

**Metode Pemantauan Biologi Untuk Menilai
Kesehatan Terumbu Karang dan Efektivitas
Pengelolaan Kawasan Konservasi Laut di
Indonesia
Versi 1.0**



**Disusun oleh:
Joanne Wilson dan Alison Green**

Dipublikasikan oleh: The Nature Conservancy, Indonesia Marine Program

Kontak:

Joanne Wilson: The Nature Conservancy, Jl Pengembak 2, Sanur, Bali, 80228, Indonesia

Email: joanne_wilson@tnc.org

Alison Green: The Nature Conservancy, 51 Edmondstone Street, South Brisbane, Qld 4101, Australia

Email: agreen@tnc.org

Sitasi yang disarankan:

Wilson J.R. & Green A.L. 2009. Metode Pemantauan Biologi Untuk Menilai Kesehatan Terumbu Karang dan Efektivitas Pengelolaan Kawasan Konservasi Laut di Indonesia (Terjemahan). Versi 1.0. Laporan TNC Indonesia Marine Program No 1/09. 46 hal.

©2009, The Nature Conservancy

Semua hak cipta dilindungi

Dilarang mereproduksi untuk tujuan apapun tanpa persetujuan sebelumnya

Tersedia di:

TNC Indonesia Marine Program
The Nature Conservancy
Jl Pengembak 2
Sanur, Bali
Indonesia

Potret sampul:

Sampul depan: Mencatat kategori bentuk pertumbuhan bentos di Taman Nasional Wakatobi.

Dipotret oleh M. Erdi Lazuardi

Diterjemahkan ke dalam Bahasa Indonesia oleh: Juliana L. Tomasouw



Juni 2009
TNC Indonesia Marine Program
Laporan No 1/09

**Metode Pemantauan Biologi Untuk Menilai
Kesehatan Terumbu Karang dan Efektivitas
Pengelolaan Kawasan Konservasi Laut di
Indonesia**

Versi 1.0

**Disusun oleh:
Joanne Wilson dan Alison Green**

Ucapan terima kasih:

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua staf pemantauan (monitoring) di semua lokasi TNC dan organisasi mitra yang telah melakukan pengujian di lapangan terhadap protokol ini dari berbagai versi dan telah memperbaikinya melalui saran-saran mereka.

Terima kasih juga sebanyak-banyaknya kepada PHKA - Departemen Kehutanan dan Departemen Kelautan dan Perikanan (DKP) Republik Indonesia untuk dukungan yang besar dan kerjasama yang diberikan dalam pengembangan protokol ini dan pelaksanaan program pemantauan di kawasan konservasi laut.

Daftar Isi

Ringkasan Eksekutif	1
1 Pendahuluan.....	2
1.1 Tinjauan Umum.....	3
1.2 Menggunakan dan Mengadaptasi Protokol Ini	4
1.3 Mengidentifikasi Tujuan Pemantauan.....	4
2 Rancangan Pengambilan Data	5
2.1 Zona Perlindungan vs Zona Pemanfaatan	5
2.2 Tipe Terumbu Karang	5
2.3 Rancangan pengambilan data	6
2.3.1 Rancangan Hirarki Pengambilan Data Untuk Satu Tipe Terumbu Karang – Semua Zona	6
2.3.2 Rancangan Hirarki Pengambilan Data Untuk Dua Tipe Terumbu Karang – Semua Zona	6
2.3.3 Rancangan Pengambilan Data Untuk Dua Tipe Terumbu Karang – Membandingkan Zona Larang Tangkap dan Zona Pemanfaatan	6
2.4 Seleksi Lokasi	7
2.5 Frekuensi Pengambilan Data	8
2.6 Memodifikasi Protokol Jika Diperlukan	8
3 Metode Survei Lapangan	14
3.1 Komunitas Ikan	14
3.1.1 Latar Belakang.....	14
3.1.2 Daftar Jenis.....	14
3.1.3 Mengestimasi Panjang Ikan.....	15
3.1.4 Transek Sabuk (<i>Belt Transect</i>).....	16
3.1.5 <i>Long swim</i>	17
3.1.6 Sulit Untuk Meletakkan Lima Transek Pada Lokasi Yang Berarus Kuat.....	18
3.1.7 Semua Lokasi di KKL Saya Berarus Sangat Kuat Dan Saya Tidak Dapat Meletakkan Transek Sama Sekali	18
3.2 Komunitas Benthik: <i>Point Intercept Transects</i>	19
3.2.1 Latar Belakang.....	19
3.2.2 Metode	19
3.3 Logistik Dan Pelatihan	20
3.3.1 Mempersiapkan Tim Survei.....	20
3.3.2 Mengumpulkan Informasi Lokasi Dan Data:.....	21
3.3.3 Meminimalkan Gangguan.....	21
3.3.4 Pelatihan	22
4 Proses Dan Analisa Data	22
4.1 Kelimpahan Dan Biomassa Ikan.....	22
4.2 Komunitas benthik	23
5 Daftar Pustaka:	25
Lampiran 1: Daftar Ikan untuk Transek Sabuk (<i>Belt Transects</i>)	27
Lampiran 2: Daftar ikan untuk <i>long swims</i>.....	28
Lampiran 3: Lembar data untuk transek sabuk dan <i>long swims</i> (ikan).....	29
Lampiran 4: Kategori bentuk pertumbuhan benthik untuk <i>Point Intercept Transects</i>.....	35
Lampiran 5: Lembar data <i>Point Intercept Transect</i>.....	37
Lampiran 6. Nilai konstan biomassa untuk jenis ikan.	39

Tabel Gambar

- Gambar 1: Contoh rancangan hirarki pengambilan data untuk penilaian kuantitatif komunitas bentik dan ikan di satu tipe terumbu dalam KKL. S = Site (lokasi), T = Transek. Perlu dicatat bahwa tiga transek digunakan untuk komunitas bentik dan lima transek ditambah *long swim* digunakan untuk komunitas ikan. 9
- Gambar 2: Contoh rancangan hirarki pengambilan data untuk penilaian bentik dan komunitas ikan pada dua tipe terumbu di KKL. Penjelasan singkatan sama dengan Gambar 1. 10
- Gambar 3: Contoh rancangan pengambilan data untuk penilaian kuantitatif komunitas bentik dan ikan pada dua tipe terumbu dalam KKL. S = Site (lokasi), T = Transek. Perlu dicatat bahwa tiga transek digunakan untuk komunitas bentik dan lima transek ditambah *long swim* digunakan untuk komunitas ikan. 11
- Gambar 4: Contoh pengaturan untuk rancangan pengambilan data yang mungkin bagi satu tipe habitat dan tiga tipe zona (larang tangkap, pemanfaatan tradisional dan pemanfaatan umum) dalam suatu KKL terumbu karang..... 12
- Gambar 5: Contoh pengaturan untuk rancangan pengambilan data yang mungkin bagi dua tipe habitat dan dua tipe zona (perlindungan dan pemanfaatan) dalam suatu KKL terumbu karang. 13

Ringkasan Eksekutif

Kawasan Konservasi Laut (KKL) merupakan sebuah alat bantu yang efektif untuk melindungi keanekaragaman hayati dan perikanan yang berkelanjutan di daerah terumbu karang dari ancaman penangkapan yang berlebih dan penggunaan alat tangkap yang merusak lingkungan. Di Indonesia, KKL umumnya dikelola melalui pengembangan zonasi untuk berbagai peruntukkan yang berbeda dan rencana pengelolaan untuk melindungi keanekaragaman hayati, kesehatan karang dan populasi jenis ikan penting. Pemantauan biologi yang dijelaskan dalam protokol ini dirancang untuk menentukan apakah rencana zonasi KKL telah berhasil mencapai tujuan-tujuan tersebut dan untuk menyediakan suatu dasar bagi pengelolaan adaptif. Struktur komunitas bentik (karang, invertebrata lainnya dan alga) dan komunitas ikan digunakan sebagai ukuran kesehatan terumbu karang. Dokumen ini menjelaskan metode-metode sederhana untuk menilai komunitas bentik dan ikan dalam terumbu karang, yang sesuai dengan metode pemantauan yang direkomendasikan secara internasional. Selain itu, metode ini mengikuti kaidah ilmiah (sains) dan dapat dilaksanakan oleh petugas pengelola KKL melalui beberapa pelatihan.

Komunitas bentik dinilai menggunakan *Point Intercept Transect*, di mana bentuk pertumbuhan (*life form*) karang dicatat setiap 0,5 m di sepanjang transek 3 x 50 m pada kedalaman 10 m di setiap lokasi. Komunitas ikan dinilai menggunakan suatu kombinasi *belt transect* dan *long swim*. Jumlah dan ukuran semua ikan komersial atau ikan karang yang menjadi target penangkapan, seperti ikan Bibir Tebal/Kumpele (*sweetlip*), ikan kerapu dan ikan herbivora (dalam jenis atau famili) dicatat dalam transek 5 x 50 m pada kedalaman 10 m di setiap lokasi. Ikan pelagis yang berasosiasi dengan karang, seperti ikan Kuwe (*trevally*) dan ikan Hiu, dihitung dan diukur pada sepanjang jarak minimal 400 m pada kedalaman 3-5 m di tubir terumbu (*reef crest*).

Hasil dari pemantauan kesehatan terumbu karang ini dapat digunakan sebagai data dasar penilaian suatu wilayah, dan jika dilakukan berulang kali dengan menggunakan metode yang sama atau yang setara, maka dapat memberikan informasi mengenai efektivitas KKL dalam hal:

- Melindungi kesehatan dan keanekaragaman hayati dari komunitas bentik, dan
- Mempertahankan atau meningkatkan kelimpahan, ukuran dan biomassa ikan karang, khususnya jenis yang menjadi target nelayan lokal atau komersial.

1 Pendahuluan

Kawasan Konservasi Laut (KKL) merupakan sebuah alat bantu yang efektif untuk melindungi keanekaragaman hayati dan perikanan yang berkelanjutan di daerah terumbu karang dari ancaman penangkapan yang berlebih dan penggunaan alat tangkap yang merusak lingkungan. Di Indonesia, KKP umumnya dikelola melalui pengembangan zonasi untuk berbagai peruntukkan yang berbeda dan perencanaan pengelolaan untuk melindungi keanekaragaman hayati, kesehatan karang dan populasi-populasi jenis ikan penting. Pemantauan biologi yang dijelaskan dalam protokol ini dirancang untuk menentukan apakah rencana-rencana zonasi KKL telah berhasil mencapai tujuan-tujuan tersebut dan untuk menyediakan suatu dasar bagi pengelolaan adaptif. Hasil dari pemantauan ini juga menyediakan informasi tentang perubahan-perubahan yang dihasilkan dari perbaikan pengelolaan yang akan dilaporkan ke pemerintah, masyarakat lokal dan para pihak terkait lainnya. Selain itu, informasi hasil pemantauan juga dapat memberikan kontribusi bagi basis data regional maupun untuk menilai kecenderungan perubahan dalam kesehatan karang di seluruh wilayah geografis dan di sepanjang waktu (Wilkinson 2008).

Pemerintah Indonesia telah menyatakan komitmen untuk menetapkan 10 juta ha KKL pada 2010 dan 20 juta pada 2020. Untuk itu, teknik-teknik pemantauan yang konsisten dan yang mengikuti kaidah ilmiah (sains) yang dapat diterapkan di daerah terpencil sangat penting dikembangkan untuk menilai efektivitas pengelolaan KKL. Metode yang dijelaskan dalam dokumen ini dapat memberikan penilaian secara kuantitatif dari efektivitas rencana zonasi dalam KKL dan dirancang untuk situasi-situasi di mana tersedia dana, sumberdaya dan keahlian yang layak untuk melakukan program pemantauan secara ilmiah.

Pemantauan semi-kuantitatif yang menggunakan metode *manta tow* dan metode berbasis masyarakat telah juga tersedia dan sebaiknya digunakan dalam situasi yang membutuhkan survei skala besar. Metode-metode tersebut dapat juga melengkapi metode kuantitatif yang dijelaskan dalam protokol ini. Contohnya, metode *manta tow* dapat menyediakan suatu survei skala besar bagi karang untuk menilai ancaman-ancaman seperti bintang laut mahkota berduri, pemutihan pada karang, penyakit karang, kerusakan oleh jangkar, dan penangkapan yang merusak lingkungan.

Metode yang dijelaskan di sini tidak cocok digunakan untuk pemantauan berbasis masyarakat karena terlalu kompleks dan mahal. Jika diharuskan adanya pelibatan masyarakat dalam pemantauan, sebaiknya pembaca mengacu pada dokumen-dokumen lainnya (seperti Uychiaoco *et al.* 2001).

Selain ancaman-ancaman pembangunan di daerah pesisir, kegiatan perikanan yang merusak lingkungan dan penangkapan yang berlebih, ada pula ancaman yang serius dan meningkat dalam jangka waktu panjang bagi terumbu karang Indonesia, yaitu perubahan iklim. Oleh karena itu, saat ini diperlukan metode-metode pemantauan baru yang tidak hanya menilai kondisi terumbu karang saat

ini, tetapi juga menilai daya pulih¹ terumbu karang terhadap perubahan iklim dan ancaman-ancaman lainnya. Baru-baru ini, Kelompok kerja IUCN untuk Perubahan Iklim dan Terumbu Karang telah mengembangkan metode baru untuk menilai daya pulih terumbu karang (IUCN 2009, Green dan Bellwood, in press). Metode yang dijelaskan dalam protokol ini berkaitan erat dengan metode yang dikembangkan oleh IUCN tersebut, dan oleh sebab itu metode ini dapat dengan mudah dimodifikasi untuk menggabungkan pengukuran-pengukuran daya pulih ini di masa mendatang.

1.1 Tinjauan Umum

Kesehatan terumbu karang diukur melalui suatu penilaian struktur bentik (karang, invertebrata lainnya dan alga) dan komunitas ikan. Hasilnya dapat digunakan sebagai suatu penilaian dasar/awal dari suatu wilayah, dan jika dilakukan berulang-ulang dengan menggunakan metode yang sama dan yang setara, maka akan memberikan informasi mengenai efektivitas KKL dalam:

- melindungi kesehatan dan keanekaragaman hayati komunitas bentik; dan
- mempertahankan atau meningkatkan kelimpahan, ukuran dan biomassa ikan karang, khususnya jenis-jenis yang menjadi target nelayan lokal atau nelayan komersial.

Dokumen ini menguraikan metode-metode untuk melakukan penilaian terhadap komunitas bentik dan komunitas ikan di terumbu karang dengan cara yang sederhana, sesuai dengan metode pemantauan yang direkomendasikan secara internasional, dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan dapat diterapkan oleh petugas pengelola KKL melalui beberapa pelatihan (English et al. 1997, Hill dan Wilkinson 2004). Program pemantauan ini dirancang sedemikian rupa sehingga ada satu modul pemantauan dasar yang harus dilaksanakan di setiap lokasi KKL untuk menilai efektivitas KKL tersebut dan memberikan suatu dasar untuk pengelolaan adaptif. Walaupun demikian, kegiatan pemantauan tambahan dapat ditambahkan ke pemantauan dasar ini yang tergantung pada tujuan-tujuan KKL, jumlah dana, waktu dan sumberdaya yang tersedia, dan keahlian taksonomi dari tim pemantauan.

Metode yang dijelaskan di sini sesuai dengan metode pemantauan yang baru saja direkomendasikan dalam literatur ilmiah internasional (English et al 1997, Hill dan Wilkinson 2004). Metode tersebut ditujukan untuk digunakan sebagai metode pemantauan jangka panjang yang digunakan oleh petugas KKL/LSM yang telah mengikuti pelatihan pengelolaan KKL, bersertifikat SCUBA, dan memiliki keahlian dalam mencatat secara akurat bentuk pertumbuhan organisme

¹ Daya pulih (*resilience*) adalah kemampuan suatu ekosistem untuk menyerap perubahan mendadak, menahan/menolak perubahan fase dan berkembang kembali setelah mengalami gangguan-gangguan yang disebabkan oleh alam dan manusia (Nyström et al 2000). Untuk terumbu karang, hal ini merupakan kemampuan karang untuk menyerap gangguan-gangguan yang ada dan membentuk kembali sistem dominasi karang dan tidak berubah menjadi sistem dominasi alga (Marshall dan Schuttenberg 2006, Hughes et al 2007).

bentuk, dapat mengidentifikasi jenis-jenis ikan penting dan famili ikan karang herbivora.

1.2 Menggunakan dan Mengadaptasi Protokol Ini

Protokol pemantauan yang diuraikan di bawah ini direkomendasikan sebagai suatu standar dasar protokol pemantauan terumbu karang untuk menilai efektivitas suatu rencana zonasi dalam suatu KKL.

Penting untuk diingat bahwa mungkin ada kondisi tertentu di masing-masing lokasi KKL yang mungkin dapat menjadi pertimbangan kuat untuk melakukan sedikit modifikasi atau adaptasi dari metode-metode ini agar diperoleh data yang valid secara ilmiah yang dikumpulkan dalam kondisi sumberdaya yang terbatas, kondisi lingkungan yang tidak ideal, dll. Sebagai contoh, modifikasi diperlukan untuk lokasi dengan arus yang kuat atau di mana terumbu karang hanya terbatas di kedalaman yang dangkal. Selain itu, pada beberapa KKL, kemungkinan dibutuhkan kapasitas dan sumberdaya tambahan untuk mengadakan pemantauan tambahan pada beberapa lokasi atau tipe terumbu karang tambahan. Jika memungkinkan, modifikasi dari standar protokol pemantauan ini disediakan di dalam dokumen ini untuk membolehkan sejumlah kondisi-kondisi tertentu. Isu-isu yang perlu dipertimbangkan dalam pelaksanaan protokol ini, antara lain:

- Tujuan dari pemantauan,
- Ancaman dan jenis ikan-ikan penting (contohnya jenis ikan, jenis yang jarang dan menjadi target utama penangkapan oleh nelayan),
- Jenis umum di lokasi tertentu,
- Sumberdaya, waktu dan jumlah petugas yang tersedia untuk melakukan pemantauan,
- Keahlian dan kapasitas petugas, dan
- Dana yang tersedia.

Rancangan pengambilan data (*sampling*) akhir harus diperiksa oleh seorang ahli/pakar sebelum melakukan pengambilan data untuk memastikan bahwa rancangan itu akan mencapai tujuan dari pengambilan data tersebut.

1.3 Mengidentifikasi Tujuan Pemantauan

Salah satu langkah yang paling penting dalam mengembangkan program pemantauan adalah menentukan tujuan pemantauan tersebut secara jelas. Tujuan tersebut harus mendefinisikan secara jelas bagaimana data pemantauan akan digunakan.

Protokol pemantauan berikut telah dibuat untuk tujuan sebagai berikut:

Untuk memberikan suatu penilaian kuantitatif bagi efektivitas rencana zonasi di KKL dalam upaya melindungi kesehatan dan keanekaragaman hayati komunitas bentik dan jenis perikanan penting di terumbu karang.

Protokol ini disusun berdasarkan pada dua metode: transek sabuk (*belt transects*) dan *long swims* untuk ikan-ikan terumbu karang, dan *point intercept transects* untuk komunitas bentik.

2 Rancangan Pengambilan Data

2.1 Zona Perlindungan vs Zona Pemanfaatan

Untuk menentukan efektivitas dari rencana zonasi KKL, harus dilakukan seleksi lokasi-lokasi dalam jumlah yang banyak dalam zona pengelolaan yang berbeda-beda. Di Indonesia, ada sejumlah tipe zona yang berbeda dalam KKL. Rancangan pengambilan data yang dijelaskan di bawah ini berfokus pada pengukuran perbedaan antara zona perlindungan (larang masuk dan/atau larang tangkap) dan zona pemanfaatan (zona lainnya yang mengizinkan penangkapan ikan, seperti zona pemanfaatan tradisional dan zona pemanfaatan umum).

2.2 Tipe Terumbu Karang

Untuk mengetahui perbedaan antara zona perlindungan dan zona pemanfaatan, penting untuk melakukan perbandingan lokasi-lokasi yang memiliki karakteristik yang sama, khususnya daerah terumbu yang terbuka (*exposure*) dan lereng terumbu (*slope*) (yaitu tipe terumbu karang yang sama). Ini dikarenakan terumbu karang yang terbuka dan lereng yang berbeda memiliki tipe karang dan komunitas ikan yang berbeda pula. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengukur perbedaan antara zona perlindungan dan zona pemanfaatan, tidak hanya perbedaan alamiah antara tipe-tipe terumbu karang yang berbeda (contohnya terumbu terbuka (*exposed*) vs terumbu terlindungi (*sheltered*)).

Jadi, sedapat mungkin, pemantauan harus distandardisasi pada satu atau dua tipe terumbu karang utama. Umumnya, habitat yang bagus untuk mengambil data adalah di bagian lereng terumbu luar (*outer reef slopes*) pada terumbu karang yang terbuka (bukan pada kanal, terusan terumbu ataupun terumbu yang terlindungi). Habitat ini secara konsisten ada di hampir semua daerah terumbu karang, dan merupakan tempat yang memiliki keanekaragaman dan kelimpahan tertinggi untuk jenis-jenis perikanan penting dan ikan-ikan karang lainnya dapat juga dijumpai. Akan tetapi, jika lereng terumbu luar bukanlah habitat yang umum di sebuah KKL atau muncul kesulitan untuk mengambil data karena cuaca atau arus yang kuat, maka dapat dipertimbangkan untuk melakukan pemantauan pada tipe-tipe habitat lainnya.

Pada banyak KKL, tipe-tipe terumbu telah diidentifikasi selama Penilaian Ekologi secara Cepat (*Rapid Ecological Assessments*) dan hasilnya dapat digunakan untuk membantu mengarahkan rancangan pengambilan data. Tim lapangan harus mendiskusikan rancangan pengambilan data bersama ilmuwan terumbu karang sebelum menyelesaikan rencana pengambilan data akhir mereka.

Di Indonesia, adalah hal yang biasa jika dalam sebuah KKL terdapat lebih dari satu tipe habitat utama (contohnya, lereng terumbu luar (*outer reef slopes*) dan lereng terumbu dalam/terlindungi (*inner reef slopes*) atau terumbu dekat pantai berair keruh (*inshore turbid reefs*) dan terumbu lepas pantai berair jernih (*offshore clear water reefs*). Untuk itu, pilihan-pilihan untuk membuat rancangan pengambilan data bagi satu atau dua tipe terumbu dijelaskan di bawah ini.

2.3 Rancangan pengambilan data

2.3.1 Rancangan Hirarki Pengambilan Data Untuk Satu Tipe Terumbu Karang – Semua Zona

Pilihlah tipe terumbu karang yang paling umum dalam KKL anda yang sesuai untuk pengambilan data, yaitu kondisi-kondisi lapangan yang sesuai, bukan dilakukan pada dinding vertikal (*wall*). Di masing-masing tipe zona KKL (contohnya zona larang tangkap, zona pemanfaatan tradisional, zona pemanfaatan umum), pilihlah 2-3 lokasi dari masing-masing zona tersebut dan lakukan paling sedikit 3 kali pengulangan di masing-masing lokasi zona tersebut (Gambar 1, 4). Dalam menggunakan rancangan ini (misalnya 3 zona x 3 wilayah x 3 ulangan), dibutuhkan paling sedikit 27 lokasi per tipe habitat untuk pengambilan data.

Jika tidak ada perbedaan antara lokasi-lokasi dalam suatu wilayah zona pengelolaan tertentu (misalnya dekat atau jauh dari suatu desa), maka rancangan pengambilan data ini dapat memberikan dasar yang kuat untuk analisa statistik dan kita dapat lebih yakin untuk membuat kesimpulan tentang perbedaan antara zona-zona KKL yang berbeda. Ini karena adanya persyaratan untuk melakukan minimal 3 ulangan untuk melihat variasi alami antara lokasi-lokasi sehingga perbedaan-perbedaan antara zona-zona KKL dapat dilihat secara jelas.

2.3.2 Rancangan Hirarki Pengambilan Data Untuk Dua Tipe Terumbu Karang – Semua Zona

Jika dipandang penting untuk memantau tipe habitat kedua dalam KKL anda, di mana habitat ini juga terdapat dalam semua tipe zona, ulangi rancangan pengambilan data di atas untuk tipe habitat kedua (Gambar 2).

2.3.3 Rancangan Pengambilan Data Untuk Dua Tipe Terumbu Karang – Membandingkan Zona Larang Tangkap dan Zona Pemanfaatan

Rancangan pengambilan data berikut ini memungkinkan penilaian terhadap perbedaan-perbedaan antara zona perlindungan dan zona pemanfaatan untuk dua tipe habitat umum dalam sebuah KKL. Zona perlindungan dapat meliputi zona larang masuk dan zona larang tangkap, sementara zona pemanfaatan dapat meliputi zona pemanfaatan tradisional atau zona pemanfaatan umum yang

mengijinkan adanya kegiatan penangkapan. Rancangan ini agak berbeda dengan rancangan hirarki tersebut di atas, tetapi masih kuat secara statistik.

- Pilih dua tipe terumbu karang yang paling umum dijumpai dalam KKL yang memungkinkan untuk pengambilan data (dengan mempertimbangkan kondisi cuaca, arus, dll) dan terdapat dalam zona perlindungan dan zona pemanfaatan.
- Pada tipe terumbu A, pilih minimal 8-10 lokasi ulangan dalam zona larang tangkap dan 8-10 lokasi ulangan pada wilayah di luar zona larang tangkap (Gambar 3 dan 5).
- Pada tipe terumbu B, pilih minimal 8-10 lokasi ulangan dalam zona larang tangkap dan 8-10 lokasi ulangan pada wilayah di luar zona larang tangkap (Gambar 3 dan 5).
- Rancangan ini memaksimalkan jumlah lokasi ulangan dalam sumberdaya yang biasanya tersedia untuk suatu program pemantauan dari tipe ini. Rancangan ini menghasilkan total 32-40 lokasi. Jika satu lokasi dilakukan per hari, tim lapangan harus mengalokasikan 32-40 hari kerja untuk pengambilan data ditambah waktu tambahan yang sesuai untuk masing-masing lokasi jika terjadi kerusakan peralatan/cuaca buruk.
- Rencana pengambilan data individu harus dibuat untuk masing-masing KKL dengan memperhatikan tipe terumbu karang dan kondisi lingkungan yang unik, dan sumberdaya manusia dan dana yang tersedia di masing-masing lokasi.

2.4 Seleksi Lokasi

Dalam sebuah KKL, pemantauan harus dilakukan pada banyak lokasi dan dilakukan menyebar secara luas untuk memastikan tercakupnya kondisi geografis yang baik dari wilayah studi tersebut. Setelah tipe habitat dipilih, lokasi-lokasi dalam tipe habitat harus diseleksi setelah melakukan survei umum di wilayah tersebut. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan *snorkeling* atau *manta tow* untuk memastikan bahwa lokasi tersebut mewakili tipe dan zona terumbu yang ada (English *et al.* 1997), dan ada tempat yang cocok untuk melakukan program pemantauan. Survei ikan dan bentik akan dilakukan pada lokasi-lokasi yang sama. Survei ikan membutuhkan wilayah yang paling luas yaitu minimal 700m untuk habitat yang sama – 300m untuk transek sabuk dan 400m untuk *timed swims*. Jika memungkinkan, lokasi-lokasi harus dipisahkan satu sama lainnya oleh jarak yang proporsional (minimal beberapa ratus meter, lebih baik jika 500m). Usahakan untuk memilih lokasi yang sama antara satu dengan yang lainnya, seperti di tengah zona larang tangkap, atau jika memungkinkan yang jaraknya sama dari desa/kegiatan lainnya, dan hindari daerah perbatasan zona larang tangkap yang mungkin ada kegiatan penangkapan ikan (Gambar 4).

2.5 Frekuensi Pengambilan Data

Protokol ini dirancang untuk dilaksanakan satu kali dalam satu sampai tiga tahun. Idealnya, survei sebaiknya dilakukan setiap tahun selama tiga tahun sebelum pelaksanaan rencana zonasi. Hal ini dapat menunjukkan perbedaan-perbedaan dalam komunitas karang yang dapat diukur sebelum dan sesudah rencana zonasi dilaksanakan. Karena ukuran dan kelimpahan ikan dapat bervariasi sesuai musim, maka direkomendasikan untuk melakukan pengambilan data dalam bulan/musim yang sama setiap kali dilakukan pengulangan pengambilan data.

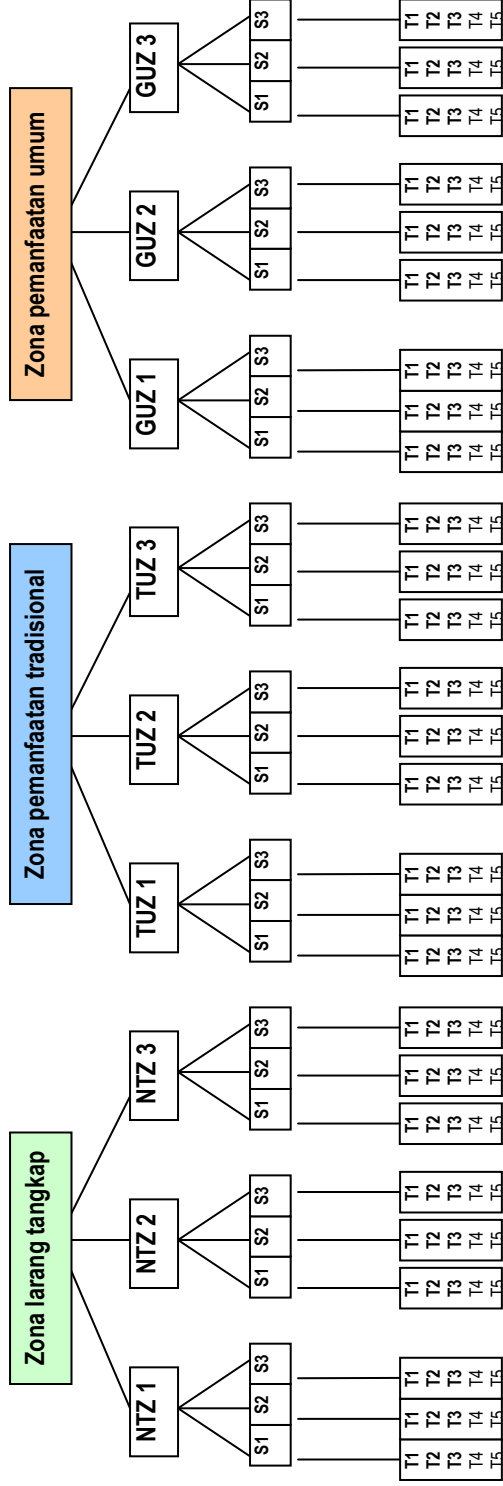
2.6 Memodifikasi Protokol Jika Diperlukan

Jika rencana zonasi KKL belum dilaksanakan:

Dalam situasi di mana suatu rencana zonasi belum dilaksanakan, seleksi lokasi harus dibuat atas kebijaksanaan dari tim, tetapi harus berdasarkan pada rancangan pengambilan data tersebut di atas. Usahakan untuk melakukan seleksi lokasi di seluruh KKL dari satu atau dua tipe habitat utama yang dapat dimasukkan sebagai wilayah larang tangkap. Idealnya, lokasi-lokasi ini harus dipantau setiap tahun selama tiga tahun sebelum pelaksanaan rencana zonasi.

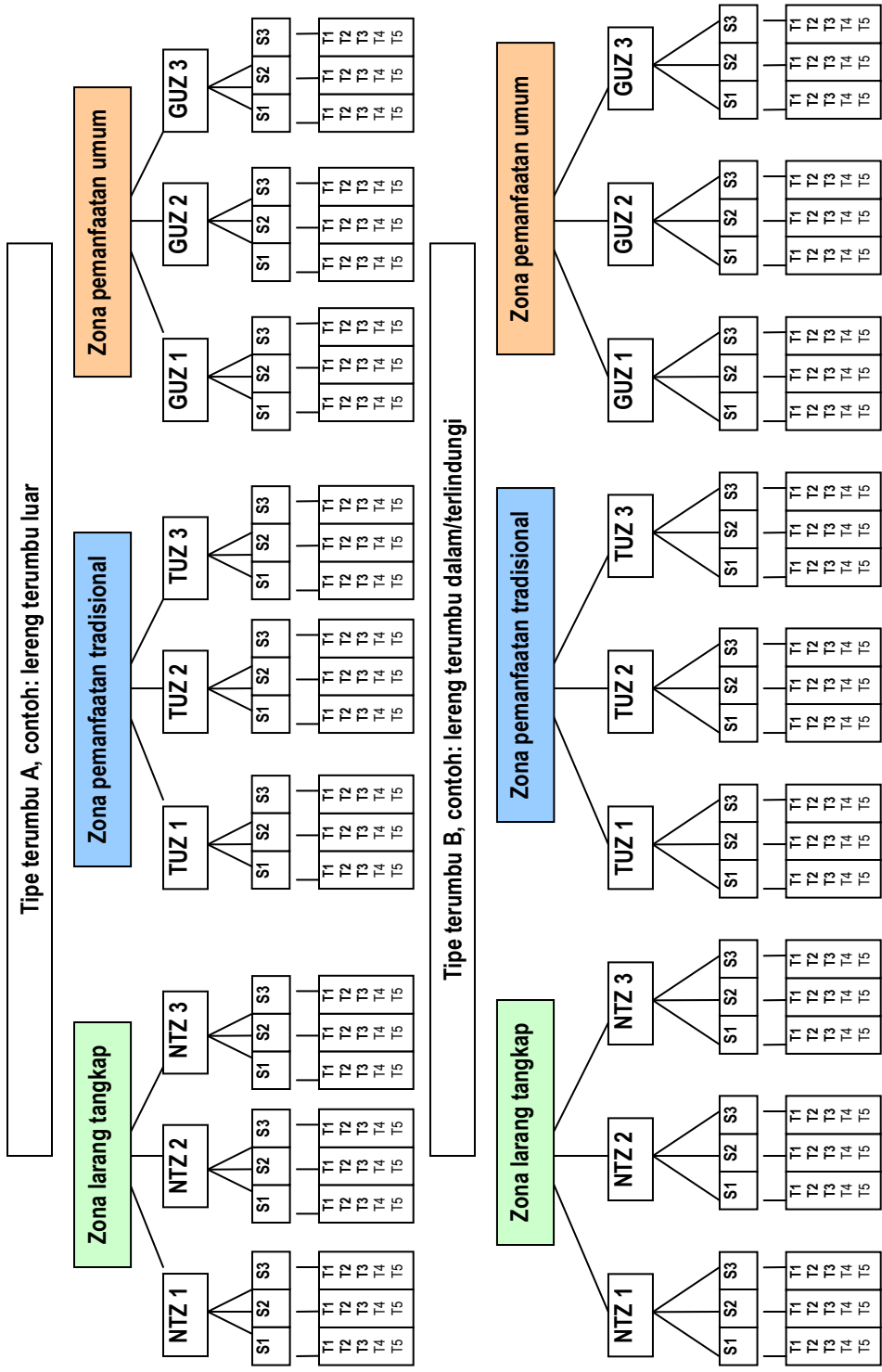
Kawasan Konservasi Laut

Tipe terumbu A
Contoh: lereng terumbu luar

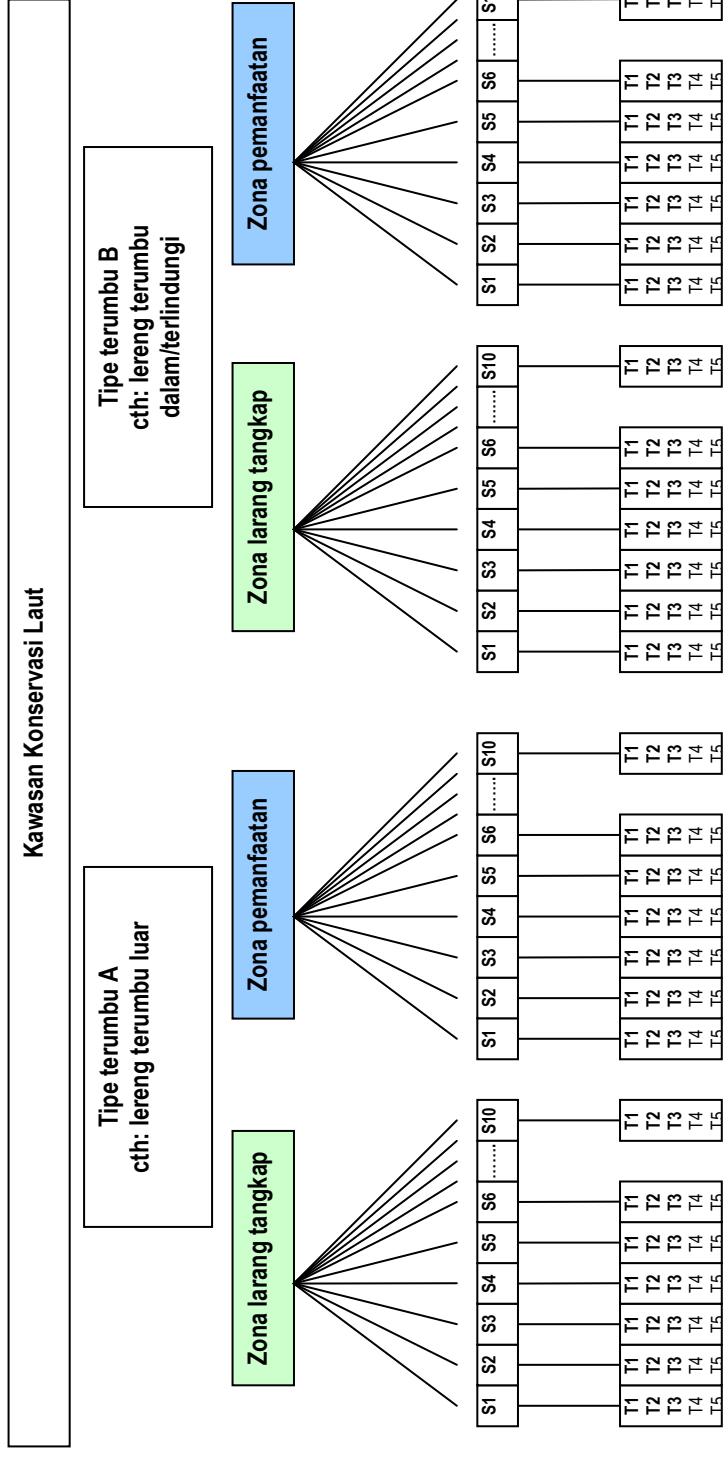


Gambar 1: Contoh rancangan hirarki pengambilan data untuk penilaian kuantitatif komunitas bentik dan ikan di satu tipe terumbu dalam KKL. S = Site (lokasi), T = Transek. Perlu dicatat bahwa tiga transek digunakan untuk komunitas bentik dan lima transek ditambah *long swim* digunakan untuk komunitas ikan.

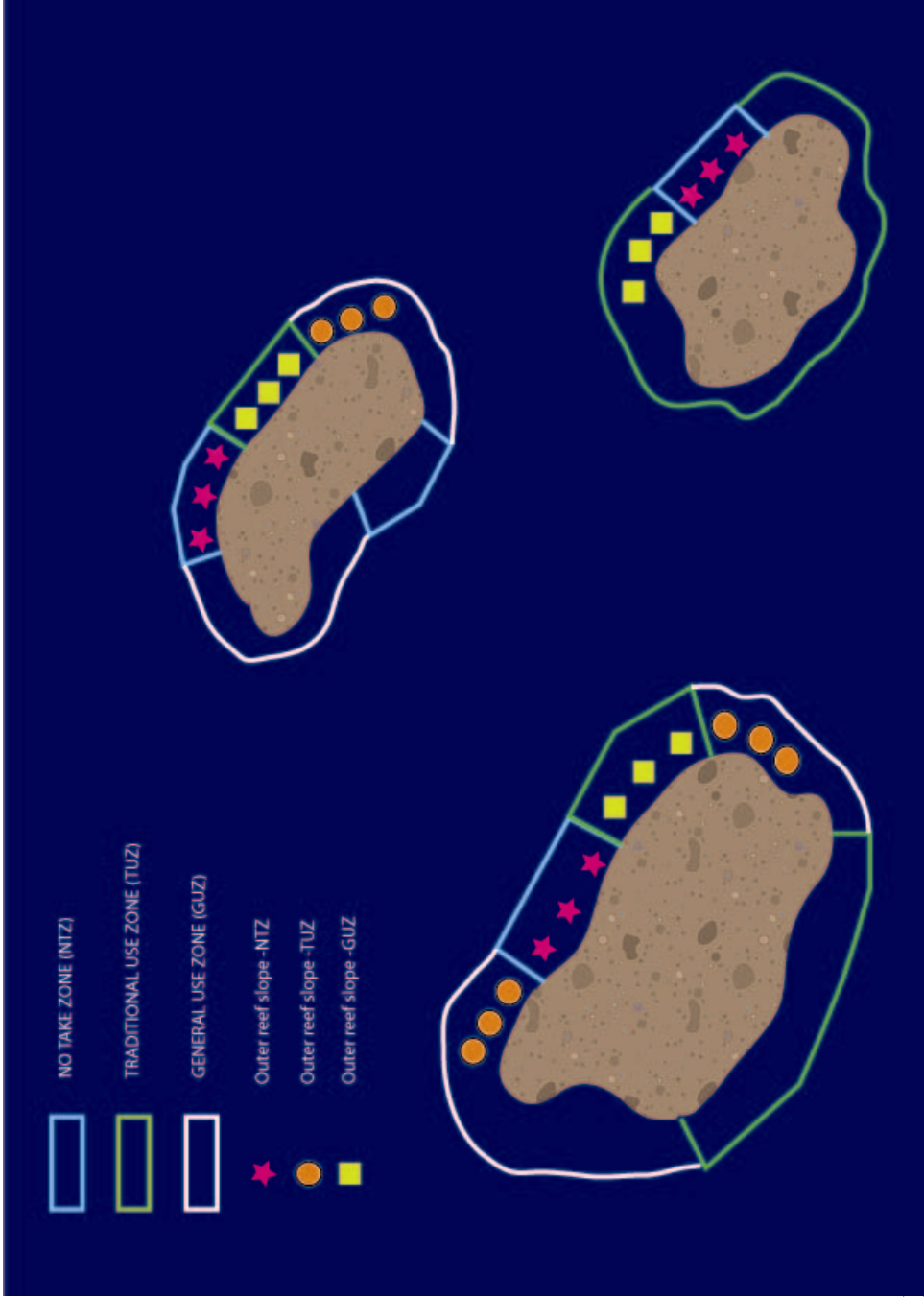
Kawasan Konservasi Laut



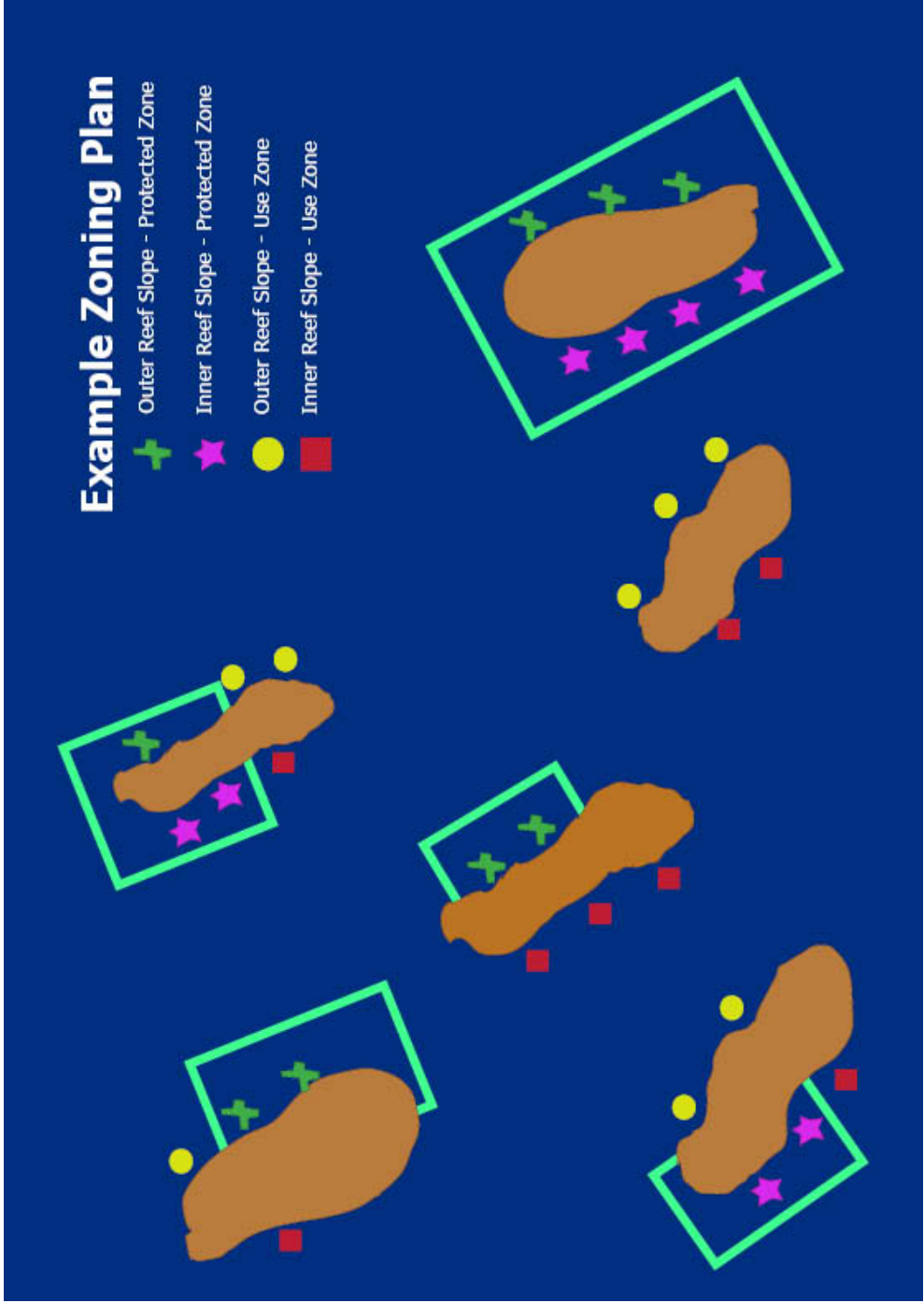
Gambar 2: Contoh rancangan hirarki pengambilan data untuk penilaian bentik dan komunitas ikan pada dua tipe terumbu di KKL. Penjelasan singkatan sama dengan Gambar 1.



Gambar 3: Contoh rancangan pengambilan data untuk penilaian kuantitatif komunitas bentik dan ikan pada dua tipe terumbu dalam KKL. S = Site (lokasi), T = Transek. Perlu dicatat bahwa tiga transek digunakan untuk komunitas bentik dan lima transek ditambah *long swim* digunakan untuk komunitas ikan.



Gambar 4: Contoh pengaturan untuk rancangan pengambilan data yang mungkin bagi satu tipe habitat dan tiga tipe zona (larang tangkap, pemanfaatan tradisional dan pemanfaatan umum) dalam suatu KKL terumbu karang.



Gambar 5: Contoh pengaturan untuk rancangan pengambilan data yang mungkin bagi dua tipe habitat dan dua tipe zona (perlindungan dan pemanfaatan) dalam suatu KKL terumbu karang.

3 Metode Survei Lapangan

3.1 Komunitas Ikan

3.1.1 Latar Belakang

Metode sensus visual di bawah air merupakan metode yang paling efektif untuk memantau ikan-ikan terumbu karang, khususnya di lokasi yang jauh/terpencil (Choat dan Pears 2003). Populasi ikan terumbu karang (difokuskan pada jenis perikanan penting) disurvei dengan menggunakan metode sensus visual di bawah air seperti yang dijelaskan oleh English *et al.* (1997), Wilkinson *et al.* (2003), Choat dan Pears (2003), Hill dan Wilkinson (2004) dan Sweatman *et al.* (2005) dan Green dan Bellwood, in press.

Transek sabuk digunakan karena memiliki ketelitian yang tinggi, dan sesuai untuk pemantauan dengan berbagai tujuan (perikanan dan ketangguhan) dan karena transek ini dapat dilewati berkali-kali untuk menghitung jenis yang berbeda (Green dan Bellwood, in press). Metode ini merupakan teknik yang paling efektif untuk memantau sebagian besar ikan-ikan karang yang sesuai dengan teknik sensus visual. Walaupun demikian, jika memungkinkan, transek harus dikombinasikan dengan metode *long swim*, yang memberikan hasil yang lebih teliti untuk mengestimasi kelimpahan dan biomassa jenis-jenis yang besar, yang memiliki tingkat mobilitas yang tinggi dan distribusinya cenderung jarang dan berkelompok (khususnya hiu, ikan kerapu besar, ikan napoleon dan ikan kakatua) (Choat dan Pears 2003).

3.1.2 Daftar Jenis

Daftar usulan untuk jenis ikan penting dan tiga famili ikan herbivora untuk terumbu karang di Indonesia bagian timur terdapat dalam Lampiran 1. Walaupun demikian, daftar jenis ikan target/penting harus dibuat untuk masing-masing KKL. Jenis tersebut harus termasuk:

- jenis yang menjadi target nelayan lokal/komersial,
- jenis yang dapat di-identifikasi secara akurat oleh pengamat,
- jenis yang sesuai untuk penghitungan menggunakan sensus visual di bawah air, yaitu jenis yang terlihat sangat jelas (menyolok),
- jenis terumbu karang yang umum ditemukan di lokasi tersebut dan di tipe terumbu yang disurvei (bukan jenis pelagis yang memiliki mobilitas tinggi seperti ikan tuna dan kembung).

Jika tim lapangan sudah sangat ahli dalam mengidentifikasi ikan, maka jenis herbivora dan atau kelompok-kelompok fungsional harus dimasukkan dalam daftar ikan seperti ditulis dalam Green dan Bellwood, in press karena herbivora memainkan peran yang sangat penting bagi kesehatan dan daya pulih karang.

Daftar jenis ikan untuk *long swim* merupakan suatu sub-bagian dari jenis yang tercatat dalam transek dan dapat dilihat dalam Lampiran 2. Jika hanya ada satu pengamat, maka mereka harus berfokus pada:

- semua hiu (semua jenis)
- pari manta (*Manta* sp.) dan pari burung (*Aetobatus narinari*)
- ikan napoleon (*Cheilinus undulatus*)
- empat jenis ikan kakatua besar yang terdaftar (*Bolbometapon muricatum*, *Cetoscarus bicolor*, *Chlorurus frontalis* dan *Chlorurus microrhinus*).
- kerapu, dan
- semua jenis ikan kuwe (*trevally*).

Jika ada pengamat kedua, maka mereka harus berfokus pada menghitung dan mengestimasi panjang dari ikan kakap besar (large snappers) dan golongan ikan lencam (lethrinids), khususnya jenis yang bergerombol (*schooling*) seperti *Lujanus bohar* dan *Macolor niger* yang jumlahnya bisa melimpah.

3.1.3 Mengestimasi Panjang Ikan

Mengestimasi panjang setiap individu ikan yang terlihat di transek atau *long swim* dengan seakurat mungkin merupakan satu komponen penting dari protokol ini. Data tersebut dibutuhkan untuk mengestimasi biomassa dari famili atau jenis ikan. Untuk itu, sangat penting bagi para pengamat ikan untuk mendapatkan pelatihan yang memadai sehingga mereka dapat mengestimasi panjang ikan secara akurat sambil berenang dalam air.

Tingkat keakuratan dari para pengamat ikan harus dicatat pada awal pemantauan sehingga derajat kesalahan (*error*) dari estimasi mereka dapat diketahui. Idealnya, para pengamat ikan harus dapat mengestimasi panjang ikan dengan selisih 5 cm dan harus bertujuan mencapai tingkat keakuratan tersebut melalui pelatihan dan praktek. Namun demikian, beberapa pengamat ikan yang berpartisipasi dalam kegiatan pemantauan akan mampu mengestimasi panjang ikan dalam kisaran selisih 10 cm.

Kelas-kelas ukuran ikan dibagi ke dalam ikan kecil sampai sedang (10 – 35 cm) dan ikan besar (>35 cm).

Panduan berikut ini perlu diikuti dalam memutuskan cara mencatat panjang ikan:

- A. Idealnya, semua pengamat ikan harus dilatih mengestimasi ikan dalam selisih 5 cm untuk berbagai ukuran ikan yang panjangnya lebih dari 10 cm. Panjang ikan harus dicatat dalam interval 5 cm, yaitu 10-15 cm (nilai tengah 12,5 cm), 15-20cm (nilai tengah 17,5 cm), dst.
- B. Jika pengamat ikan tidak mencapai selisih 5 cm, mereka harus tetap mencatat estimasi ukuran ikan dan juga mencatat tingkat akurasi bawah airnya, yaitu 13, 24, 31 cm (akurasi dalam 10 cm).
- C. Pilihan terakhir adalah mencatat ikan dalam interval 10 cm, yaitu 10-20 cm (nilai tengah 15 cm), 20-30 cm (nilai tengah 25), 30-40 cm (nilai tengah 35). Dalam kasus ini, ikan kecil sampai sedang diartikan sebagai

ikan-ikan yang berukuran antara 10-30 cm, dan untuk ikan besar adalah >30 cm.

3.1.4 Transek Sabuk (*Belt Transect*)

Standar:

Ikan-ikan karang disurvei dengan menggunakan transek 5 x 50m pada setiap lokasi. Masing-masing survei terdiri dari dua pengamat yang berenang di sepanjang terumbu karang yang paralel dengan tubir terumbu (*reef crest*) pada kedalaman yang konstan yaitu 10 m. Pengamat menghitung individu ikan dan mengestimasi ukuran jenis ikan target yang terdaftar dalam Lampiran 1. Estimasi biomassa yang paling akurat adalah panjang total (TL) dalam cm, lihat bagian 3.1.3.

Masing-masing pengamat melakukan penghitungan pada jenis ikan yang sama dengan menggunakan transek yang lebarnya berbeda untuk kelompok-kelompok ukuran yang berbeda sebagai berikut:

- Pengamat #1 berenang 1-2 m di atas substrat pada kedalaman maksimum 10 m, lalu menghitung dan mengestimasi ukuran individu jenis target yang berukuran kecil sampai sedang (10 - 40 cm TL) (Lampiran 1) dengan menggunakan transek yang memiliki lebar 5 m (masing-masing 2,5 m ke kiri dan kanan pengamat). Diperlukan kecermatan dalam memperkirakan lebar transek agar hasilnya akurat dan ikan yang ditemukan di luar kisaran transek tersebut tidak perlu dihitung. Jika terdapat ikan di ujung wilayah survei, maka ikan tersebut dihitung jika lebih dari setengah badannya atau matanya masuk dalam wilayah survei. Karena pengamat ini harus menghitung sampai ke tingkat individu, maka pengamat ini haruslah pengamat ikan yang paling berpengalaman.
- Pengamat #2 berenang agak di belakang dan mengambil posisi lebih di atas pengamat #1 untuk mendapatkan pandangan yang lebih baik dalam areal yang luas dan untuk meminimalkan gangguan terhadap ikan-ikan kecil pada saat penyelam melewatinya. Pengamat ini berada 3 m di atas substrat, menghitung dan mengestimasi jenis berukuran besar (≥ 35 cm TL) yang terdaftar dalam Lampiran 1 dengan menggunakan transek yang lebih besar dengan lebar 20 m (masing-masing 10 m ke kiri dan kanan pengamat). Diperlukan kecermatan dalam mengestimasi lebar transek, dan ikan yang ditemukan di luar transek tersebut tidak perlu dihitung.
- Jika ada seorang asisten, dia berenang di belakang pengamat untuk memasang meteran dan memberi tanda kepada pengamat di mana awal dan akhir setiap transek. Transek harus diletakkan berurutan di sepanjang kontur kedalaman 10 m dengan posisi paralel dengan tubir terumbu (*reef crest*). Jarak titik akhir transek pertama dengan titik awal transek berikutnya adalah minimal 5 m. Meteran diletakkan pada kedalaman maksimum 10 m untuk memaksimalkan waktu menyelam dan meminimalkan resiko dekompresi. Tiga dari lima transek digunakan untuk menilai komunitas bentik (lihat 3.2 Komunitas Bentik di bawah).

Masing-masing pengamat akan:

- Menghitung semua individu jenis yang ada di daftar dan kelompok ukuran dalam areal transek, dari substrat karang hingga permukaan air, dan mengestimasi ukuran dari semua ikan yang dihitung.
- Untuk ikan dengan ukuran 10-35cm, setiap ikan dibagi menjadi kategori ukuran. Idealnya, digunakan interval kategori ukuran 5 cm (seperti 10 - 15, 15 – 20 cm dst), tetapi jika pelatihan terbatas, maka kita dapat menggunakan interval ukuran 10 cm.
- Untuk ikan yang memiliki panjang lebih dari 35 cm – panjang total dari setiap ikan diukur mendekati cm terdekat.
- Mencatat langsung semua data ke lembar data yang telah dicetak di atas kertas tahan air (Lampiran 3) yang dapat dimodifikasi agar sesuai dengan tim dan kondisi lokal.

Untuk menghitung densitas dan biomassa ikan (lihat Analisis Data), luasan wilayah transek masing-masing pengamat harus dihitung. Luas dari masing-masing transek yang disurvei oleh pengamat #1 adalah 250 m² (50 m x 5 m), sementara luas dari masing-masing transek yang disurvei oleh pengamat #2 adalah 1000 m² (50 m x 20 m).

3.1.5 *Long swim*

Standar:

Pada saat kedua pengamat ikan telah mencapai bagian yang paling akhir dari meteran transek 5 x 50 m pada kedalaman 10 m, mereka akan melanjutkan dalam arah yang sama untuk melakukan *long swim* untuk survei ikan karang yang besar dan rentan sesuai daftar pada Lampiran 2 seperti dijelaskan oleh Choat dan Spears (2003).

Metode *long swim* terdiri dari 20 menit berenang pada kecepatan berenang standar (sekitar 20 m per menit) secara paralel dengan tubir terumbu (*reef crest*) pada kedalaman sekitar 3-5 m di depan terumbu (di bawah tubir, sehingga memungkinkan untuk memantau secara serempak di daerah tubir, rataan dan lereng terumbu di mana jenis yang lebih besar muncul di situ). Semua individu jenis yang berukuran besar (≥ 35 cm TL) dan ikan karang yang rentan seperti terdaftar pada Lampiran 2 harus dihitung dan ukuran mereka diestimasi di sepanjang areal 20 m di lereng terumbu (masing-masing 10 m ke kiri dan kanan observer).

Ukuran transek yang optimal adalah 400 m x 20 m. Dalam menggunakan metode ini, hal yang **sangat penting** adalah jarak yang dilalui dicatat secara akurat dan minimal panjangnya adalah 400 m. Hal ini dapat dilakukan dalam 2 cara yaitu dengan membuat tanda permanen di wilayah yang harus dilalui oleh pengamat atau dengan mencatat secara akurat posisi GPS di titik awal dan akhir penyelaman atau menandai dengan pelampung permukaan. Alternatif lain, GPS dapat dipasang pada sebuah pelampung permukaan yang kemudian ditarik oleh pengamat selama dia melakukan survei sehingga dapat memberikan hasil yang lebih akurat. Pelampung tersebut dapat juga membantu pengemudi kapal untuk

mengikuti perjalanan dari penyelam yang melakukan *long swim*. Jika memungkinkan, pelampung harus digunakan selama melakukan *long swim* karena alasan keselamatan.

Metode ini lebih cocok untuk menghitung jenis yang besar dan rentan yang tingkah-lakunya terlihat jelas (Choat dan Spears 2003), sebab mereka cenderung berenang di atas dasar, misalnya hiu, manta, napoleon, kakatua besar, beberapa kerapu (khususnya jenis *Plectropomus*, *Gracilia* dan *Variola*) dan ikan kuwe (*giant trevally*).

Semua data dicatat di lembar data yang telah dicetak di atas kertas tahan air (Lampiran 4).

3.1.6 Sulit Untuk Meletakkan Lima Transek Pada Lokasi Yang Berarus Kuat

Jika tim mengalami kesulitan untuk meletakkan dan mengumpulkan 5 meteran transek karena arus yang kuat atau alasan lainnya, setelah melakukan usaha semampunya dan berlatih, maka survei ikan pada transek dapat dilakukan dalam transek dengan ukuran minimum 3 x 50 m (transek yang sama yang digunakan untuk survei karang). Namun, hasil penghitungan akan menjadi kurang akurat karena adanya variabilitas alam yang sangat tinggi dari jumlah ikan di terumbu karang dan akan menjadi lebih sulit untuk mendeteksi perbedaan-perbedaan antara zona perlindungan dan zona pemanfaatan serta perbedaan-perbedaan yang ada seiring dengan waktu.

3.1.7 Semua Lokasi di KKL Saya Berarus Sangat Kuat Dan Saya Tidak Dapat Meletakkan Transek Sama Sekali

Jika tim lapangan tidak dapat menggunakan transek sama sekali karena kondisi lingkungan yang sangat **ekstrim**, maka biomassa ikan dapat diestimasi hanya dengan menggunakan metode *long swim*. Dalam kasus ini, *long swim* harus dilakukan lebih dari 30 menit untuk memastikan bahwa transek 400 m dapat terpenuhi secara total. Satu pengamat menghitung dan mengukur semua ikan yang terdaftar dalam Tabel 1 yang memiliki panjang 10 – 35 cm dengan jarak 2,5 m ke kiri dan kanan pengamat (total lebar 5 m). Pengamat kedua menghitung dan mengukur semua ikan yang terdaftar dalam Lampiran 2 yang memiliki panjang > 35 cm dengan jarak 10 m ke kiri dan kanan pengamat (total lebar 20 m). Sekali lagi, ini bukan merupakan metode yang ideal karena kebanyakan penghitungan ikan dilakukan dengan menggunakan transek, dan pada dasarnya akan lebih sulit untuk menunjukkan efektivitas sistem zonasi KKL jika metode yang digunakan kurang akurat. Untuk itu perlu diingat bahwa metode ini hanya digunakan pada kondisi yang sangat tidak memungkinkan untuk menggunakan transek karena arus yang kuat atau kondisi ekstrim lainnya.

3.2 Komunitas Bentik: *Point Intercept Transects*:

3.2.1 Latar Belakang

Metode *Point-Intercept Transect* (PIT) digunakan untuk mengukur tutupan invertebrata bentik yang menetap (sesil), alga dan tipe substrat (karang keras dan lunak, sponge, alga makro), karena sifatnya yang cepat, efisien dan memberikan estimasi yang bagus untuk tutupan komunitas bentik (Hill dan Wilkinson 2004). Metode ini telah digunakan secara luas di Kepulauan Pasifik, termasuk Samoa and Kepulauan Solomon (Green 1996, 2002, Hughes 2006, Hamilton *et al.* 2007).

3.2.2 Metode

Standar lereng terumbu:

Pengamat berenang di sepanjang transek pertama berukuran 3 x 50m yang diletakkan oleh tim ikan karang (lihat penjelasan sebelumnya) dan mencatat dengan segera kategori bentuk pertumbuhan di bawah meteran pada interval 0,5 m sepanjang transek, dimulai pada 0,5 m dan berakhir pada 50 m (100 titik per meteran = total 300 titik). Jika meteran tidak berada tepat pada atau langsung di atas karang, maka dapat dipilih titik yang berada pada lereng terumbu pada kedalaman yang sama dan segera disesuaikan dengan posisi titik pada meteran yang ada di lereng terumbu (dengan menutup mata anda dan menggunakan sebuah penggaris untuk memilih titiknya).

Bentuk pertumbuhan dituliskan secara detil dalam Lampiran 4 dan menggunakan referensi English *et al.* (1997). Jika tim pemantauan lokal dapat mengidentifikasi genus karang secara akurat, maka sebaiknya genus karang dicatat bersama dengan bentuk pertumbuhannya. Hal ini penting karena beberapa genus, seperti *Porites*, *Acropora*, dapat memiliki lebih dari satu bentuk pertumbuhan.

Data dicatat langsung ke lembar data yang telah dicetak di atas kertas tahan air (Lampiran 5).

Pada saat survei telah selesai dilakukan pada kedalaman 10 m, tim survei komunitas bentik akan mengambil kembali meteran (total 5 meteran).

Pengambilan data pada habitat tambahan (tubir terumbu/lereng terumbu di daerah dangkal):

Jika waktu dan sumberdaya masih memungkinkan, penyelam dapat naik ke lereng terumbu di kedalaman 4 m dan mengulangi metode survei dengan tiga transek berukuran 50 m. Hal ini karena komunitas karang pada kedalaman 4 dan 10 m biasanya agak berbeda dan memiliki respon yang berbeda terhadap ancaman-ancaman seperti pemutihan karang dan bintang laut mahkota berduri.

Jika terumbu karang berkelompok:

Jika terumbu karang yang disurvei sangat bervariasi/berkelompok, maka tingkatkan jumlah transek menjadi 4 atau 5, tidak hanya 3.

Jika lokasi anda berarus sangat kuat:

Jika sangat sulit untuk meletakkan meteran transek pada lokasi karena arus yang ekstrim atau kondisi lainnya, maka dapat dibuat tanda permanen pada posisi transek saat pertama kali dilakukan survei dan menggunakan tali dengan simpul setiap 0,5 m untuk melakukan transek setiap waktu.

3.3 Logistik Dan Pelatihan

3.3.1 Mempersiapkan Tim Survei

Metode yang digunakan dan jenis yang dihitung tergantung pada berapa banyak anggota tim yang tersedia dan keahlian mereka dalam mengidentifikasi ikan dan bentuk pertumbuhan karang. Metode pemantauan dalam protokol ini (transek sabuk *atau long swim* diikuti dengan *Point Intercept Transects*) telah dirancang untuk tim yang terdiri dari 4-5 penyelam berpengalaman – 2 pengamat ikan dan 2 pengamat karang. Namun, seringkali di lapangan, sulit untuk mendapatkan satu tim dengan 4 anggota yang berpengalaman. Pilihan-pilihan berikut di bawah ini menjelaskan metode yang dapat dilakukan oleh tim yang memiliki 2 penyelam:

Pilihan 1

Pengamat 1 dan 2 masuk ke air dan berenang ke kedalaman 10 m, menandai awal transek dengan sebuah pelampung permukaan, menunggu 5 menit dan bersama-sama berenang di sepanjang kontur kedalaman 10 m dengan pengamat 1 yang mencatat jumlah dan ukuran ikan 10-35 cm. Pengamat 2 mencatat ikan yang berukuran >35 cm dan memasang meteran transek. Pada penyelaman kedua, satu pengamat mencatat kategori bentuk menurut metode PIT dan pengamat lainnya mengambil meteran transek.

Pilihan 2

Pengamat 1 dan 2 masuk ke air dan berenang ke kedalaman 10 m, menandai awal transek dengan sebuah pelampung permukaan, menunggu 5 menit, lalu bersama-sama berenang di sepanjang kontur kedalaman 10 m dengan pengamat 1 mencatat jumlah dan ukuran ikan >35 cm. Pengamat 2 berenang di belakang memasang meteran transek.

Setelah menyelesaikan survei pada transek 5 x 50 m, kedua pengamat meninggalkan meteran dan naik ke lereng terumbu berkedalaman 5 m dan menyelesaikan *long swim* untuk jenis ikan >35 cm sesuai dengan metode *long swim* yang dijelaskan di atas.

Pada akhir penyelaman, kedua pengamat dijemput oleh kapal dan kembali ke transek awal yang telah ditandai dengan sebuah pelampung permukaan.

Pada penyelaman kedua, pengamat 1 mencatat jumlah dan ukuran jenis ikan 10-35 cm, kemudian kembali bersama di sepanjang transek untuk menyelesaikan penilaian komunitas bentuk menggunakan metode PIT dan mengambil meteran bersama-sama. Penyelaman tambahan pada lokasi dapat dibutuhkan untuk menyelesaikan semua tugas.

Pilihan 3

Pengamat 1 masuk ke air dan berenang ke kedalaman 10 m, menandai awal transek dengan sebuah pelampung permukaan, menunggu 5 menit dan berenang di sepanjang kontur 10 m sambil mencatat jumlah dan ukuran ikan >35 cm dan memasang meteran. Pengamat 2 akan mengikutinya dan menghitung jenis ikan yang sama untuk kelompok ukuran 10-35 cm. Pada akhir transek, kedua pengamat menyelesaikan metode *long swim*.

Pada penyelaman kedua, pengamat 1 mencatat bentuk pertumbuhan benthik menggunakan metode PIT dan pengamat 2 bertugas mengambil meteran.

Catatan: jika terdapat dua pengamat, maka pengamat yang paling berpengalamanlah yang melakukan pengamatan ikan berukuran sedang (medium) karena jumlah dan jenis ikannya lebih banyak. Kebanyakan orang dapat dengan mudah dilatih untuk pengamatan ikan besar karena jenisnya tidak terlalu banyak, ukurannya besar dan tingkah-lakunya mudah dikenali.

3.3.2 Mengumpulkan Informasi Lokasi Dan Data:

Pada saat tim telah menentukan jumlah dan posisi lokasi-lokasinya, maka nama dan posisi GPS dari setiap lokasi harus dicatat pada saat tiba di lokasi. Informasi lainnya yang harus dicatat antara lain tanggal, waktu, nama penyelam, awak kapal, kondisi lingkungan, dan kekuatan dan arah arus, dan apakah survei karang berada di sebelah kiri atau kanan dari pengamat sehingga bisa jelas bagian karang sebelah mana yang diambil datanya.

3.3.3 Meminimalkan Gangguan

Apapun metode yang digunakan, penting untuk meminimalkan gangguan terhadap populasi ikan pada setiap lokasi survei dengan cara tidak mengarahkan kapal di atas daerah yang disensus, dan bagi pengamat ikan yang menjadi orang pertama yang menyelam ke daerah yang disensus, harus menyelam dengan tenang pada saat melakukan survei, dan menunggu minimal 5 menit setelah masuk ke dalam air sebelum memulai pengambilan data (Green dan Bellwood, in press). Penyelam yang memasang meteran tidak boleh mendahului pengamat ikan pada saat baru memasuki daerah yang disensus, karena akan mengganggu banyak jenis ikan yang akan dihitung.

Untuk transek sabuk, meteran transek sebaiknya diletakkan pada penyelaman pertama oleh seorang asisten yang mengikuti pengamat. Kemudian, meteran harus tetap dibiarkan di sana sampai semua survei diselesaikan pada lokasi tersebut dan akan diambil oleh tim survei komunitas benthik pada saat mereka telah menyelesaikan survei. Proses penghitungan ikan (yaitu setiap transek dilewati) harus melalui suatu periode menunggu sekitar 5-10 menit di antara tiap hitungan. Jika memang diperlukan, pengamat berenang pada transek yang sama lebih dari satu kali.

3.3.4 Pelatihan

Sebelum metode ini digunakan oleh tim lapangan, adalah hal yang sangat penting bagi semua pengamat untuk mengikuti pelatihan sehingga mereka memiliki kemampuan dalam:

- Mengidentifikasi ikan dari daftar ikan yang dipilih untuk lokasi tertentu,
- Mengidentifikasi kategori-kategori bentuk pertumbuhan organisme bentik,
- Mengestimasi ukuran jenis ikan karang di bawah air², dan
- Mencatat koordinat GPS dan menghitung jarak yang ditempuh antara titik-titik GPS.

4 Proses Dan Analisa Data

4.1 Kelimpahan Dan Biomassa Ikan

Kedua pengamat ikan bertanggung jawab untuk menganalisa data dan membuat laporan. Semua hasil dimasukkan ke dalam lembar kerja excel³ oleh pengamat pada hari yang sama dengan pelaksanaan survei (jika memungkinkan). Jika hal ini tidak memungkinkan, pengamat harus melihat kembali lembar data di hari yang sama dengan pelaksanaan survei dan memastikan bahwa hasilnya jelas (jenis, kelimpahan dan ukuran) sehingga data yang akan dimasukkan dapat dipercaya. Pada saat data dimasukkan ke dalam lembar kerja excel, perlu diperiksa kesalahan-kesalahan yang ada (error) sebelum dilanjutkan ke analisa data.

Penghitungan dan estimasi ukuran ikan karang akan dikonversi ke nilai rata-rata (\pm *standard error*) kepadatan dan biomassa di setiap lokasi untuk:

- Masing-masing jenis individu untuk ikan karang berukuran besar dan rentan (khususnya hiu, *Cheilinus undulatus* and *Bolbometapon muricatum*)
- Semua jenis ikan penting yang digabungkan
- Masing-masing famili dari jenis ikan penting
- Masing-masing kelompok fungsional herbivora (lihat Green dan Bellwood, in press).

Penting untuk dicatat bahwa jika individu ikan karang berukuran besar (≥ 40 cm TL) dihitung menggunakan metode transek dan *long swim*, maka untuk analisa data harus digunakan hasil-hasil dari metode *long swim* (bukan metode transek), sebab metode *long swim* memberikan estimasi yang paling akurat untuk kelimpahan individu berukuran besar dari jenis ini (Choat dan Spears 2003).

² Hal ini penting sekali karena estimasi panjang ikan yang tidak akurat merupakan salah satu sumber potensi terbesar terjadinya kesalahan dalam metode ini.

³ Contoh lembar data dapat diminta ke The Nature Conservancy: info@coraltrianglecenter.org

Namun, jika tidak menggunakan *long swim*, maka dapat digunakan penghitungan individu berukuran besar dari metode transek, meskipun metode ini tidak se-akurat metode *long swim*.

Untuk setiap lokasi, jumlah individu per unit pengambilan data (transek atau *long swim*) akan dikonversi ke nilai rata-rata kepadatan (per hektar, atau ha⁴) menggunakan rumus: kepadatan per ha = (jumlah individu per unit sampling ÷ luasan unit sampling dalam m²) x 10.000.

Untuk setiap lokasi, estimasi ukuran akan dikonversi ke estimasi biomassa dengan menggunakan hubungan panjang-berat yang diketahui untuk setiap jenis, dengan menggunakan rumus $W = aL^b$ seperti yang dijelaskan dalam Kulbicki et al (2005). Di mana: W = berat ikan dalam gram (g); L = panjang ikan – *fork length* (FL) dalam cm; dan a dan b adalah nilai konstan yang dihitung untuk setiap jenis atau genus. Parameter biomassa (a dan b) untuk setiap ikan dapat dilihat di Lampiran 6. Nilai rata-rata biomassa dapat dihitung untuk setiap metode menggunakan rumus: biomassa per ha = (biomassa per unit sampling ÷ areal unit sampling dalam m²) x 10.000.

Perlu diingat bahwa estimasi panjang tubuh untuk banyak jenis ikan secara visual di bawah air umumnya didasarkan pada panjang total (TL), yang memang lebih mudah untuk diukur dibandingkan *fork length* (FL). Namun demikian, hubungan panjang-berat untuk biomassa umumnya tergantung pada FL. Untuk jenis yang memiliki ekor yang membulat atau persegi, FL dan TL sama saja. Tetapi untuk jenis dengan ekor seperti garpu (*forked tails*), TL harus dikonversi ke FL untuk mengukur biomassa. Apabila rasio konversi yang detail untuk jenis lokal tidak tersedia, maka digunakan estimasi: FL adalah sekitar 90% dari TL untuk sebagian besar jenis ikan berekor seperti garpu (*forked tails*) (Kulbicki pers. comm.). Selain itu, karena menggunakan kategori ukuran, maka panjang ikan yang digunakan untuk estimasi biomassa harus merupakan nilai tengah (*mid value*) untuk setiap kategori ukuran (misalnya gunakan 12,5 cm untuk kategori ukuran 10 – 15 cm). Pendekatan ini mungkin menghasilkan kesalahan (error), tetapi secara umum masih relatif bisa diterima jika dihubungkan dengan estimasi ukuran di bawah air, yang merupakan sumber terbesar terjadinya kesalahan dalam metode ini. Karena estimasi ukuran di bawah air ini sangat bergantung pada pelatihan penyelam, pengamat harus memastikan bahwa mereka telah terlatih dengan baik sebelum melakukan setiap periode sensus.

4.2 Komunitas bentik

Jika memungkinkan, semua hasil survei akan dimasukkan ke dalam lembar data excel oleh pengamat pada hari yang sama survei dilakukan (lihat catatan kaki 3). Jika tidak memungkinkan, pengamat perlu melihat kembali lembar data pada hari yang sama dengan pelaksanaan survei dan memastikan bahwa hasil-hasil tersebut jelas sehingga data yang dimasukkan nanti dapat dipercaya. Pada saat

⁴ Satu hektar sama dengan 10.000m².

data dimasukkan ke dalam lembar data excel, data tersebut perlu dilihat lagi untuk memeriksa kesalahan yang ada, sebelum dilanjutkan ke analisa data.

Tutupan setiap kategori bentuk pertumbuhan (atau genus), begitu pula semua karang yang digabungkan, semua alga makro yang digabungkan dan invertebrata bentik yang digabungkan, dihitung dengan mengkonversi jumlah titik-titik yang dicatat ke persentase setiap kategori bentuk pertumbuhan pada setiap transek. Di mana persentase tutupan setiap kategori = (jumlah titik dalam kategori ÷ total jumlah titik dalam transek) x 100.

Struktur komunitas (keanekaragaman bentuk pertumbuhan biotik) dihitung menggunakan Indeks Shannon Wiener (H). Di mana $H = - \sum p(i) \ln p(i)$; and \sum adalah jumlah dari semua kategori, $p(i)$ adalah perbandingan dari total gabungan (*assemblage*) pada kategori ke-*i* (*the ith category*) dan \ln adalah simbol dari logaritma alami.

Persentase total dari tutupan karang dan bentuk pertumbuhan bentik dominan harus diringkaskan dalam bentuk grafik yang dapat dibuat menggunakan Excel.

5 Daftar Pustaka:

- Choat, H., Pears, R. 2003. A rapid, quantitative survey method for large, vulnerable reef fishes. In: Wilkinson, C., Green, A., Almany, J., and Dionne, S. Monitoring coral reef marine protected areas. A practical guide on how monitoring can support effective management of MPAs. Australian Institute of Marine Science and the IUCN Marine Program Publication. 68pp.
- Coremap-AMSAT, 2001. Community-based Fisheries Monitoring, coremap BME Report 5, Jakarta.
- English, S.E., Wilkinson, C., Baker, V. 1997. Survey manual for tropical marine resources. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia.
- Green, A.L. 1996a. Spatial, temporal and ontogenetic patterns of habitat use by coral reef fishes (Family Labridae). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 133: 1-11.
- Green, A.L. 2002. Status of coral reefs on the main volcanic islands of American Samoa: a resurvey of long term monitoring sites (benthic communities, fish communities, and key macroinvertebrates). A report prepared for the Department of Marine and Wildlife Resources, American Samoa. 135 pp.
- Green, A., Muljadi, A. 2009 Coral reef fish populations in Halmahera: key fisheries species and functional groups of herbivores. Technical report of survey conducted April 14 to 25th, 2008, as part of the Halmahera Marine Ecological Assessment, Indonesia, 86 pp.
- Green, A.L., Bellwood, D.R., Choat, J.H. (in prep). Monitoring coral reef resilience: functional groups of herbivores. A practical guide for coral reef managers in the Asia Pacific Region.
- Hamiton, R., Ramohia, P., Hughes, A., Siota, C., Kere, N., Giningele, M., Kereseke, J., Taniveke, F., Tanito, N., Atu, W. and L. Tanavalu, 2007. Post-Tsunami Assessment of Zinoa Marine Conservation Area, South Choiseul, Solomon Islands. TNC Pacific Island Countries Report No.4/07.
- Hill, J., Wilkinson, C. 2004. Methods for ecological monitoring of coral reefs. A resource for managers. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia.
- Hughes, A. 2006. Benthic Communities. In: Green, A., Lokani, P., Atu, W., Ramohia, P., Thomas, P., Almany, J. (eds.) 2006. Solomon Islands Marine Assessment: Technical report of survey conducted May 13 to June 17, 2004. TNC Pacific Island Countries Report No. 1/06.
- Hughes, T.P., Rodrigues, M.J., Bellwood, D.R., Ceccarelli, D., Hoegh-Guldberg, O., McCook, L., Moltschaniwskyj, N., Pratchett, M.S., Steneck, R.S., Willis, B. 2007 Phase shifts, herbivory, and the resilience of coral reefs to climate change. *Current Biology* 17: 1-6.

- Marshall, P., Schuttenberg, H. 2006 A Reef Manager's Guide to Coral Bleaching. Great Barrier Reef Marine Park Authority Publication, Townsville, Australia.
- Nyström, M., Folke, C., Moberg, F. 2000 Coral reef disturbance and resilience in a human-dominated environment. *Trends in Ecology and Evolution* 15 (10): 413-417.
- Sweatman, H., Burgess, S., Cheal, A., Coleman, G., Delean, S., Emslie, McDonald, A., Miller, I., Osborne, K., Thompson, A. 2005. Long-term monitoring of the Great Barrier Reef. Status Report Number 5 2005. Australian Institute of Marine Science Publication, Townsville. Q. Australia. 261 pps. <http://www.aims.gov.au/reef-monitoring>
- Uychiaoco, A.J., S.J. Green, M.T. dela Cruz, P.A. Gaité, H.O. Arceo, P.M. Alino, and A.T. White. 2001. Coral Reef Monitoring for Management. University of the Philippines Marine Science Institute, United Nations Development Programme Global Environment Facility-Small Grants Program, Guiuan Development Foundation, Inc., Voluntary Service Overseas, University of the Philippines Center for Integrative and Development Studies, Coastal Resource Management Project, and Fisheries Resource Management Project. 110p.
- Wilkinson, C. 2008. Status of coral reefs of the world: 2008. Global Coral Reef Monitoring Network and Reef and Rainforest Research Centre, Townsville, Australia, 296p.
- Wilkinson, C., Green, A., Almany, J., Dionne, S. 2003. Monitoring Coral Reef Marine Protected Areas. A practical guide on how monitoring can support effective management of MPAs. Australian Institute of Marine Science and the IUCN Marine Program, 2003. 68pp.

Lampiran 1: Daftar Ikan untuk Transek Sabuk (*Belt Transects*)

FAMILY	Species	Common Name
Scaridae	All Scaridae	Parrot fish
	<i>Bolbometopon muricatum</i>	Bumphead parrotfish
Acanthuridae	All Acanthuridae	Surgeon fish
	<i>Naso lituratus</i>	Orangspine unicorn fish
	<i>Acanthurus mata</i>	Yellowmask surgeon fish
Siganidae	All Siganidae	Rabbit fish
	<i>Siganus doliatus</i>	barred rabbitfish
	<i>Siganus guttatus</i>	golden rabbitfish
	<i>Siganus lineatus</i>	lined rabbitfish
Haemulidae	All Haemulidae	Sweetlip
	<i>Plectorhinchus chaetodonoides</i>	many-spotted sweetlips
	<i>Plectorhinchus lessonii</i>	striped sweetlips
	<i>Plectorhinchus lineatus</i>	diagonal-banded sweetlips
Lutjanidae	All Lutjanidae	Snapper
	<i>Aprion virescen</i>	Green jobfish
	<i>Lutjanus bohar</i>	red bass
	<i>Macolor macularis</i>	midnight snapper
Lethrinidae	All Lethrinidae	Emperors
	<i>Lethrinus olivaceus</i>	Long face emperor
Serranidae	All Serranidae	Groupers
	<i>Cephalopholis argus</i>	peacock grouper
	<i>Cephalopholis miniata</i>	coral grouper
	<i>Cephalopholis urodeta</i>	flagtail grouper
	<i>Ephinephelus polyphkadion</i>	camouflage grouper
	<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	flowery cod
	<i>Epinephelus lanceolatus</i>	Queensland grouper
	<i>Plectropomus areolatus</i>	polkadot cod
	<i>Plectropomus laevis</i>	Chinese footballer
	<i>Plectropomus leopardus</i>	coral trout
	<i>Plectropomus oligacanthus</i>	highfin coral trout
	<i>Variola albimarginata</i>	white-margined trout
	<i>Variola louti</i>	coronation trout
Wrasses	<i>Cheilinus undulatus</i>	Napoleon wrasse
Carangidae	All Carangidae	Trevally
	<i>Caranx melampygus</i>	bluefin trevally
	<i>Caranx ignobilis</i>	giant trevally
	<i>Elagatis bipinnulatus</i>	rainbow runner
Scrombidae	All Scrombidae	Mackerel
	<i>Gymnosarda unicolor</i>	Dogtooth tuna
	<i>Scomberomorus commerson</i>	Spanish Mackerel
Carcharinidae	ALL SHARKS	Sharks
	<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>	grey reef shark
	<i>Carcharhinus melanopterus</i>	blacktip reef shark
	<i>Triaenodon obesus</i>	whitetip reef shark
Dasyatidae, Mobulidae, Myliobatidae	ALL RAYS	

Lampiran 2: Daftar ikan untuk *long swims*

Family	Species	common name
Snapper (Lutjanidae)	Aprion virescen	Green jobfish
	Lutjanus bohar	red bass
	Lutjanus gibbus	Humpback snapper
	Macolor macularis	midnight snapper
	Macolor niger	black and white snapper
	Other snapper	
Emperors (Lethrinidae)	Lethrinus olivaceus	longface emperor
	Other lethrinids	
Labridae	Chelinus undulatus	Napoleon wrasse
Scaridae	Bulbometapon muricatum	Bumphead parrotfish
	Cetoscarus bicolor	Bicolor parrotfish
	Chlorurus frontalis?	Tan faced parrotfish
	C. microrhinus	Steephead parrotfish
	Other scaridae	
Groupers (Serranidae)	Ephinephelus polyphekadion	camouflage grouper
	Epinephelus fuscoguttatus	flowery cod
	Plectropomus aerolatus	Squairetail grouper
	Plectropomus sp	
	Variola albimarginata	white-margined trout
	Variola louti	coronation trout
Carangidae	C. ignobilis	Giant trevally
	Other trevally	
Scombridae	Gymnosarda unicolor	Dogtooth tuna
	Scomberomorus commerson	Spanish Mackerel
	Other mackerals	
Sphyrnidae	Sphyrna barracuda	Great barracuda
	Other barracudas?	
Carcharhinidae	Carcharhinus amblyrhynchos	grey reef shark
	Carcharhinus melanopterus	blacktip reef shark
	Triacodon obesus	whitetail reef shark
	Other sharks	
Mobulidae	M. birostris	Manta ray
Myliobatidae	A. narinari	Eagle ray

Lampiran 3: Lembar data untuk transek sabuk dan *long swims* (ikan)

Perlu dicatat: tersedia 2 pilihan. Satu lembar data per transek/long swim atau satu lembar data untuk tiga transek/dua transek dan long swim. Ini dapat dimodifikasi untuk disesuaikan dengan keinginan pengamat, tetapi semua data dan informasi dalam bentuk awal harus dikumpulkan dan dimasukkan ke bentuk yang sudah dimodifikasi.

TRANSECT #: IKAN KECIL 10-40cm

Island/Reef:	Site name and number:	Habitat (exp, slope, depth):
Date:	Observer:	Visibility:
GPS Co-ord. Start:		GPS Co-ord End:

Family	Species	common name	Ukuran x count
Sweetlips (Haemulidae)	Plectorhinchus chaetodonoides	many-spotted	
	Plectorhinchus lessonii	striped	
	Plectorhinchus lineatus	diagonal-banded	
	Plectorhinchus picus	dotted sweetlips	
	All other sweet lips		
Snapper (Lutjanidae)	Aprion virescen	Green jobfish	
	Lutjanus bohar	red bass	
	Macolor macularis	midnight snapper	
	Lutjanus rivulatus	Maori seaperch	
	All other snapper		
Emperors (Lethrinidae)	Lethrinus olivaceus	longface emperor	
	All other emperors		
Groupers (Serranidae)	Cephalopholis argus	peacock grouper	
	Cephalopholis miniata	coral grouper	
	Cephalopholis urodeta	flagtail grouper	
	Ephinephelus polyphekadion	camouflage gr	
	Epinephelus fuscoguttatus	flowery cod	
	Epinephelus lanceolatus	Queensland gr	
	Plectropomus areolatus	polkadot cod	
	Plectropomus laevis	Chinese footballer	
	Plectropomus leopardus	coral trout	
	Plectropomus oligacanthus	highfin coral trout	
	Variola albimarginata	white-margined trout	
	Variola louti	coronation trout	
	All other groupers		
Wrasse (Labridae)	Cheilinus undulatus	Napoleon wrasse	
Parrotfish (Scaridae)	Bolbometopon muricatum	bumphead parrotfish	
	all other Scarids		
Acanthuridae	Naso lituratus	orangespine unicornfish	
	Acanthurs mata	yellowmask surgeonfish	
	all other surgeonfish		
Rabbitfish (Siganidae)	Siganus doliatus	barred rabbitfish	
	Siganus guttatus	golden rabbitfish	
	Siganus lineatus	lined rabbitfish	
	Siganus corallinus	Coral rabbitfish	
	all other rabbitfish		
Trevally (Carangidae)	Caranx melampygus	bluefin trevally	
	Caranx ignobilis	Giant trevally	
	Elagatis bipinnulatus	rainbow runner	
	Gnathanodon speciosus	golden trevally	
	All other trevally		
Mackerel (Scombridae)	Gymnosarda unicolor	dogtooth tuna	
	Scomberomorus commerson	Spanish mackerel	
	All other mackerel		
Sharks (Carcharinidae)	Carcharhinus amblyrhynchos	grey reef shark	
	Carcharhinus melanopterus	blacktip reef shark	
	Triacnodon obesus	whitetail reef shark	
	All other sharks		
Rays	Aetobatus narinari	eagle ray	
	All other rays		

TRANSECT #:		IKAN BESAR >40 cm	
Island/Reef:		Site name and number:	Habitat (exp, slope, depth):
Date:		Observer:	Visibility:
GPS Co-ord. Start:		GPS Co-ord End:	
Family	Species	common name	size x count (e.g. 25x2)
Sweetlips (Haemulidae)	Plectorhinchus chaetodonoides	many-spotted	
	Plectorhinchus lessonii	striped	
	Plectorhinchus lineatus	diagonal-banded	
	Plectorhinchus picus	dotted sweetlips	
	All other sweet lips		
Snapper (Lutjanidae)	Aprion virescen	Green jobfish	
	Lutjanus bohar	red bass	
	Macolor macularis	midnight snapper	
	Lutjanus rivulatus	Maori seaperch	
	All other snapper		
Emperors (Lethrinidae)	Lethrinus olivaceus	longface emperor	
	All other emperors		
Groupers (Serranidae)	Cephalopholis argus	peacock grouper	
	Cephalopholis miniata	coral grouper	
	Cephalopholis urodeta	flagtail grouper	
	Ephinephelus polyphekadion	camouflage gr	
	Epinephelus fuscoguttatus	flowery cod	
	Epinephelus lanceolatus	Queensland gr	
	Plectropomus areolatus	polkadot cod	
	Plectropomus laevis	Chinese footballer	
	Plectropomus leopardus	coral trout	
	Plectropomus oligacanthus	highfin coral trout	
	Variola albimarginata	white-margined trout	
	Variola louti	coronation trout	
	All other groupers		
Wrasse (Labridae)	Cheilinus undulatus	Napoleon wrasse	
Parrotfish (Scaridae)	Bolbometopon muricatum	bumphead parrotfish	
	all other Scarids		
Acanthuridae	Naso lituratus	orangespine unicornfish	
	Acanthurs mata	yellowmask surgeonfish	
	all other surgeonfish		
Rabbitfish (Siganidae)	Siganus doliatus	barred rabbitfish	
	Siganus guttatus	golden rabbitfish	
	Siganus lineatus	lined rabbitfish	
	Siganus corallinus	Coral rabbitfish	
	all other rabbitfish		
Trevally (Carangidae)	Caranx melampygus	bluefin trevally	
	Caranx ignobilis	Giant trevally	
	Elagatis bipinnulatus	rainbow runner	
	Gnathanodon speciosus	golden trevally	
	All other trevally		
Mackeral (Scombridae)	Gymnosarda unicolor	dogtooth tuna	
	Scomberomorus commerson	Spanish mackerel	
	All other mackeral		
Sharks (Carcharinidae)	Carcharhinus amblyrhynchos	grey reef shark	
	Carcharhinus melanopterus	blacktip reef shark	
	Triaenodon obesus	whitetip reef shark	
	All other sharks		
Rays	Aetobatus narinari	eagle ray	
	All other rays		

LONG SWIM:

FISH SIZE GROUP: >40 cm

Island/Reef:	Site name and number:	Habitat (exp, slope, depth):
Date:	Observer:	Visibility:
GPS Co-ord. Start:		GPS Co-ord End:

Family	Species	common name	Size and count		
Snapper (Lutjanidae)	Aprion virescen	Green jobfish			
	Lutjanus bohar	red bass			
	Lutjanus gibbus	Humpback snapper			
	Macolor macularis	midnight snapper			
	Macolor niger	black and white snapper			
	Other snapper				
Emperors (Lethrinidae)	Lethrinus olivaceus	longface emperor			
	Other lethrinids				
Labridae	Chelinus undulatus	Napoleon wrasse			
Scaridae	Bulbometapon muricatum	Bumphead parrotfish			
	Chlorurus bicolor	Bicolour parrotfish			
	Chlorurus frontalis?	Tan faced parrotfish			
	C microrhinus	Steephead parrotfish			
	Other scaridae				
Groupers (Serranidae)	Ephinephelus polyphekadion	camouflage grouper			
	Epinephelus fuscoguttatus	flowery cod			
	Pleactropomus aerolatus				
	Plectropomus sp				
	Variola albimarginata	white-margined trout			
	Variola louti	coronation trout			
Carangidae	C ignobilis	Giant trevally			
	Other trevally				
Scombridae	Gymnosarda unicolor	Dogtooth tuna			
	Scomberomorus commerson	Spanish Mackerel			
	Other mackerals				
Sphyrinaeidae	Sphyrinaeidae barracuda	Great barracuda			
	Other barracudas?				
Carcharhinidae	Carcharhinus amblyrhynchos	grey reef shark			
	Carcharhinus melanopterus	blacktip reef shark			
	Triaenodon obesus	whitetail reef shark			
	Other sharks				
Mobulide	M. birostris	Manta ray			
Myliobatidae	A narinari	Eagle ray			

Island/Reef:	Site:	Depth :	Vis:	Reef ke kiri atau ke kanan:	Habitat exposure/slope:	comments
Date:		Observer/partner:				
GPS Co-ord. Start (Transect 1) :						
Species target		IKAN KECIL / SMALL FISH Transect I size, count		IKAN KECIL / SMALL FISH Transect II size, count		IKAN KECIL / SMALL FISH Transect III size, count
Scaridae	Parrotfish (Scaridae)					
	Bobometopon muricatum					
	Other					
Acanthuridae	Acanthuridae					
	Naso lituratus					
	Acanthurus mata					
	Other					
Rabbitfish (Siganidae)	Acanthurus					
	Siganus doliaus					
	Other					
	Rabbitfish (Siganidae)					
	Siganus guttatus					
	Siganus lineatus					
	Siganus coralinus					
	Other					
Haemulidae	Sweetlip					
	Plectrohinchus chaetodonoides					
	Plectrohinchus lessonii					
	Plectrohinchus lineatus					
	Plectrohinchus picus					
Lutjanidae	Lutjanidae					
	Apron virescens					
	Lutjanus bohar					
	Macolor maculatus					
	Lutjanus rivulatus					
Lethrinidae	Lethrinidae					
	Lethrinus olivaceus					
Serranidae	Serranidae					
	Cephalopholis argus					
	Cephalopholis miniata					
	Cephalopholis urodela					
	Epinephelus polyphaktion					
	Epinephelus fuscoguttatus					
	Epinephelus lanceolatus					
	Plectropomus areolatus					
	Plectropomus laevis					
	Plectropomus leopardus					
	Plectropomus oligacanthus					
	Varola albimarginata					
	Varola buti					
Wrasses	Wrasses					
	Cheilinus undulatus					
Pelagics	Pelagics					
	Caranx melampygus					
	Caranx ignobilis					
	Elagatis bipinnulatus					
	Gnathanodon speciosus					
	Gymnosarda unicolor					
	Scomberomorus commerson					
ALL SHARKS	ALL SHARKS					
ALL RAYS	ALL RAYS					

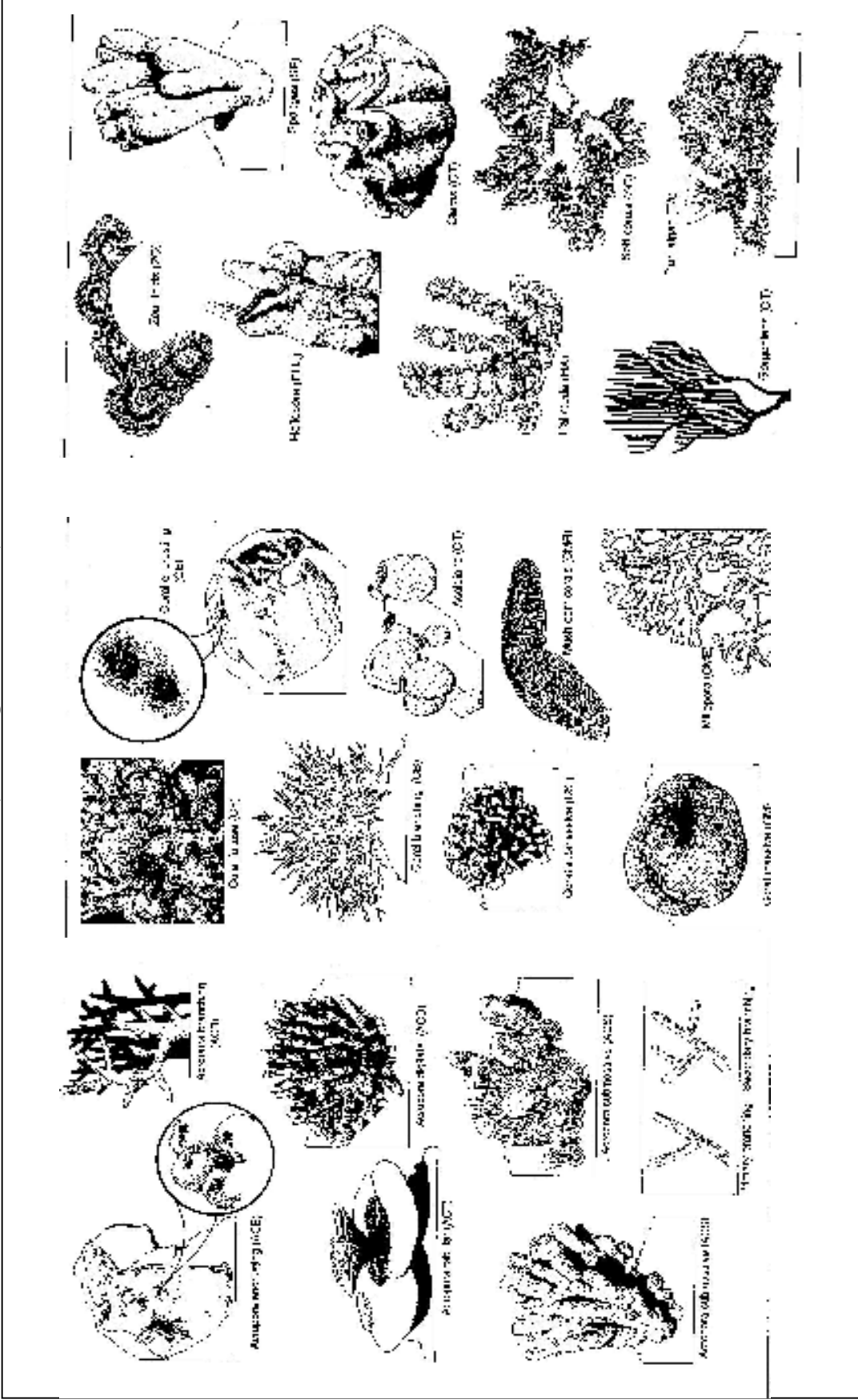
Island/Reef:	Site:	Depth :	Vis:	Reef ke kiri atau ke kanan:	Habitat exposure/slope:	comments
Date:	Observer/partner:		GPS Co-ord. Start (Transect 1) :			GPS Coord End (Long Swim)
Species target		Species seen	IKAN KECIL / SMAL FISH Transect IV size, count		IKAN KECIL / SMAL FISH Transect V size, count	IKAN BESAR / BIG FISH >40 cm Long swim
Scaridae		Parrotfish (Scaridae)				Snappers
Bombometopon muricatum		Bombometopon muricatum				Aprion virescens
Acanthuridae		Other				Lutjanus bohar
Naso lituratus		Acanthuridae				Lutjanus gibbus
Acanthurus mala		Naso				Macolor macularis
Rabbitfish (Siganidae)		Acanthurus				Macolor niger
Siganus dollfus		Other				Other snapper
Siganus guttatus		Rabbitfish (Siganidae)				Emperors
Siganus lineatus		Siganus				Lethrinus olivaceus
Siganus coralinus		Siganus				Other lethrinids
		Other				Napoleon
Haemulidae Sweetlip						Chelinus undulatus
Plectrohinchus chaeodonoides						Parrotfish
Plectrohinchus lessonii						Bulbo muricatum
Plectrohinchus lineatus						Chlorurus bicolor
Plectrohinchus pius						Chlorurus fontalis?
Lutjanidae						C. microfinus
Aprion virescens						Other scaridae
Lutjanus bohar						Groupers
Macolor macularis						E. polycephalodon
Lutjanus lividatus						E. fuscoguttatus
Lethrinidae						Plectropomus aequalatus
Lethrinus olivaceus						Plectropomus sp
Serranidae						Varola albimarginata
Cephalopholis argus						Varola louti
Cephalopholis miniata						Other groupers
Cephalopholis urodeta						Trevally
Epinephelus polycephalodon						C. ignobilis
Epinephelus fuscoguttatus						Other trevally
Epinephelus lanceolatus						Mackerels
Plectropomus areolatus						Gymnosarda unicolor
Plectropomus laevis						Scombr commerson
Plectropomus leopardus						Other mackerels
Plectropomus oligacanthus						Barracuda
Varola albimarginata						Sphyrnaera barracuda
Varola louti						Other barracudas?
Wrasses						Sharks
Chelinus undulatus						C. amblyrhynchos
Pelagics						C. melanopterus
Caranx melampygus						Triaenodon obesus
Caranx ignobilis						Other sharks
Elaeatis bipinnulatus						Rays
Gnathypops speciosus						M. birostris
Gymnosarda unicolor						A. nainian
Scombr commerson						
ALL SHARKS						
ALL RAYS						

Lampiran 4: Kategori bentuk pertumbuhan bentik untuk *Point Intercept Transects*

Perlu dicatat bahwa kategori bentuk pertumbuhan dari English et al 1997 telah sedikit dimodifikasi untuk membuat pencatatan menjadi lebih sederhana dan memasukkan kategori seperti *Xenia* yang relevan bagi terumbu karang Indonesia (*Xenia* biasanya membentuk karpet besar di atas terumbu yang terkena bom). Daftar bentuk pertumbuhan dapat dimodifikasi menjadi suatu daftar yang lengkap atau disederhanakan menjadi suatu daftar yang sederhana yaitu 6-10 kategori yang sesuai dengan keahlian tim dan tujuan pemantauan. Namun demikian, semua modifikasi harus dijelaskan dengan baik, sehingga dapat dibuat perbandingan-perbandingan antara lokasi/waktu pengambilan data.

Acropora Branching ACB
Acropora Encrusting ACE
Acropora Submassive ACS
Acropora Table ACT
Coral Branching CB
Coral Encrusting CE
Coral Foliose CF
Coral Massive CM
Coral Submassive CS
Coral Mushroom CMR
Coral Millepora CME
Coral Tubipora CTU
Coral Heliopora CHE
Dead Coral DC
Bleached Coral BC
Soft Coral SC
<i>Xenia</i> XN
Sponge SP
Hydroids HY
Other OT
Turf algae TA
Coralline Algae CA
Halimeda HA
Macro algae MA
Sand S
Rubble R
Silt SI
Rock RCK

CONTOH KATEGORI BENTUK PERTUMBUHAN (dari English et al. 1997)



Lampiran 5: Lembar data *Point Intercept Transect*

(Lihat halaman berikutnya)

Island/Reef:	Site no and GPS::	Habitat (slope, exposure):
Date:	Reef ke kiri atau ke kanan?:	Observer:
Notes (COTS/ disease/bleaching):		Depth:

Code	TRANSECT I				TRANSECT II				TRANSECT III			
	Point	Code	Point	Code	Point	Code	Point	Code	Point	Code	Point	Code
Acropora Branching ACB	0.5		25.5		0.5		25.5		0.5		25.5	
Acropora Encrusting ACE	1		26		1		26		1		26	
Acropora Submassive ACS	1.5		26.5		1.5		26.5		1.5		26.5	
Acropora Table ACT	2		27		2		27		2		27	
	2.5		27.5		2.5		27.5		2.5		27.5	
Coral Branching CB	3		28		3		28		3		28	
Coral Encrusting CE	3.5		28.5		3.5		28.5		3.5		28.5	
Coral Foliose CF	4		29		4		29		4		29	
Coral Massive CM	4.5		29.5		4.5		29.5		4.5		29.5	
Coral Submassive CS	5		30		5		30		5		30	
Coral Mushroom CMR	5.5		30.5		5.5		30.5		5.5		30.5	
Coral Millepora CME	6		31		6		31		6		31	
Coral Tubipora CTU	6.5		31.5		6.5		31.5		6.5		31.5	
Coral Heliopora CHE	7		32		7		32		7		32	
Dead Coral DC	7.5		32.5		7.5		32.5		7.5		32.5	
Bleached Coral BC	8		33		8		33		8		33	
	8.5		33.5		8.5		33.5		8.5		33.5	
Soft Coral SC	9		34		9		34		9		34	
Xenia XN	9.5		34.5		9.5		34.5		9.5		34.5	
Sponge SP	10		35		10		35		10		35	
Hydroids HY	10.5		35.5		10.5		35.5		10.5		35.5	
Other OT	11		36		11		36		11		36	
	11.5		36.5		11.5		36.5		11.5		36.5	
Turf algae TA	12		37		12		37		12		37	
Coralline Algae CA	12.5		37.5		12.5		37.5		12.5		37.5	
Halimeda HA	13		38		13		38		13		38	
Macro algae MA	13.5		38.5		13.5		38.5		13.5		38.5	
Sand S	14		39		14		39		14		39	
Rubble R	14.5		39.5		14.5		39.5		14.5		39.5	
Silt SI	15		40		15		40		15		40	
Rock RCK	15.5		40.5		15.5		40.5		15.5		40.5	
	16		41		16		41		16		41	
	16.5		41.5		16.5		41.5		16.5		41.5	
	17		42		17		42		17		42	
	17.5		42.5		17.5		42.5		17.5		42.5	
	18		43		18		43		18		43	
	18.5		43.5		18.5		43.5		18.5		43.5	
	19		44		19		44		19		44	
	19.5		44.5		19.5		44.5		19.5		44.5	
	20		45		20		45		20		45	
	20.5		45.5		20.5		45.5		20.5		45.5	
	21		46		21		46		21		46	
	21.5		46.5		21.5		46.5		21.5		46.5	
	22		47		22		47		22		47	
	22.5		47.5		22.5		47.5		22.5		47.5	
	23		48		23		48		23		48	
	23.5		48.5		23.5		48.5		23.5		48.5	
	24		49		24		49		24		49	
	24.5		49.5		24.5		49.5		24.5		49.5	
	25		50		25		50		25		50	

Lampiran 6. Nilai konstan biomassa untuk jenis ikan.

Famili	Jenis	a	b	Sumber
Serranidae	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	0.0014	3.548	Kulbicki etal 2005
	<i>Cephalopholis argus</i>	0.0093	3.181	Kulbicki etal 2005
	<i>Cephalopholis boenak</i>	0.0146	3.019	Kulbicki etal 2005
	<i>Cephalopholis cyanostigma</i>	0.0115	3.109	Kulbicki etal 2005
	<i>Cephalopholis microprion</i>	0.0115	3.109	Kulbicki etal 2005
	<i>Cephalopholis miniata</i>	0.0107	3.114	Kulbicki etal 2005
	<i>Cephalopholis urodeta</i>	0.0282	2.818	Kulbicki etal 2005
	<i>Cromileptes altivelis</i>	0.0962	2.489	Kulbicki etal 2005
	<i>Epinephelus caeruleopunctatus</i>	0.018	2.938	Kulbicki etal 2005
	<i>Epinephelus chlorostigma</i>	0.0122	3.053	Kulbicki etal 2005
	<i>Epinephelus coioides</i>	0.0099	3.102	Kulbicki etal 2005
	<i>Epinephelus corallicola</i>	0.0122	3.053	Kulbicki etal 2005
	<i>Epinephelus fasciatus</i>	0.0138	3.041	Kulbicki etal 2005
	<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	0.0134	3.057	Kulbicki etal 2005
	<i>Epinephelus lanceolatus</i>	0.0173	3	Fishbase (www.fishbase.com)
	<i>Epinephelus macrospilos</i>	0.0132	3.031	Kulbicki etal 2005
	<i>Epinephelus maculatus</i>	0.011	3.062	Kulbicki etal 2005
	<i>Epinephelus malabaricus</i>	0.0121	3.052	Kulbicki etal 2005
	<i>Epinephelus melanostigma</i>	0.0122	3.053	Kulbicki etal 2005
	<i>Epinephelus merra</i>	0.0158	2.966	Kulbicki etal 2005
	<i>Epinephelus ongus</i>	0.019	2.928	Kulbicki etal 2005
	<i>Epinephelus polyphkadion</i>	0.0083	3.166	Kulbicki etal 2005
	<i>Epinephelus sp.</i>	0.0122	3.053	Kulbicki etal 2005
	<i>Epinephelus tukula</i>	0.106	2.56	Fishbase (www.fishbase.com)
	<i>Gracila albomarginata</i>	0.0152	3.0063	Fishbase (www.fishbase.com)
	<i>Plectropomus areolatus</i>	0.0115	3.0889	Fishbase (www.fishbase.com)
	<i>Plectropomus laevis</i>	0.0059	3.238	Kulbicki etal 2005
	<i>Plectropomus leopardus</i>	0.0118	3.06	Kulbicki etal 2005
	<i>Plectropomus maculatus</i>	0.0156	3	Fishbase (www.fishbase.com)
	<i>Plectropomus oligocanthus</i>	0.0132	3	Fishbase (www.fishbase.com)
	<i>Variola albimarginata</i>	0.0139	3.0427	Fishbase (www.fishbase.com)
	<i>Variola louti</i>	0.0122	3.079	Kulbicki etal 2005
Carangidae	<i>Carangoides orthogrammus</i>	0.0156	3.026	Kulbicki etal 2005
	<i>Caranx ignobilis</i>	0.0164	3.059	Kulbicki etal 2005
	<i>Caranx melampygus</i>	0.0234	2.918	Kulbicki etal 2005
	<i>Caranx sexfasciatus</i>	0.0318	2.93	Fishbase (www.fishbase.com)
	<i>Elagatis bipinnulata</i>	0.0135	2.92	Fishbase (www.fishbase.com)
	<i>Gnathanodon speciosus</i>	0.0199	2.995	Kulbicki etal 2005
Labridae	<i>Cheilinus undulatus</i>	0.0113	3.136	Kulbicki etal 2005
Scombridae	<i>Gymnosarda unicolor</i>	0.0105	3.065	Fishbase (www.fishbase.com)
	<i>Scomberomorus commerson</i>	0.0162	2.856	Kulbicki etal 2005
Lutjanidae	<i>Aprion virescens</i>	0.023	2.886	Kulbicki etal 2005
	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	0.028	2.844	Kulbicki etal 2005
	<i>Lutjanus biguttatus</i>	0.0151	3.057	Kulbicki etal 2005
	<i>Lutjanus bohar</i>	0.0156	3.059	Kulbicki etal 2005
	<i>Lutjanus carponotatus</i>	0.0151	3.057	Kulbicki etal 2005

Famili	Jenis	a	b	Sumber
Lutjanidae	<i>Lutjanus decussatus</i>	0.0151	3.057	Kulbicki etal 2005
	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	0.0205	2.96	Kulbicki etal 2005
	<i>Lutjanus gibbus</i>	0.0131	3.138	Kulbicki etal 2005
	<i>Lutjanus lutjanus</i>	0.0182	2.969	Kulbicki etal 2005
	<i>Lutjanus rivulatus</i>	0.0084	3.26	Kulbicki etal 2005
	<i>Lutjanus semicinctus</i>	0.004	3.428	Kulbicki etal 2005
	<i>Macolor macularis</i>	0.0211	3	Fishbase (www.fishbase.com)
	<i>Macolor niger</i>	0.0145	3	Fishbase (www.fishbase.com)
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	0.0062	3.011	Kulbicki etal 2005
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>	0.0023	3.373	Kulbicki etal 2005
	<i>Carcharhinus melanopterus</i>	0.0013	3.508	Kulbicki etal 2005
	<i>Triaenodon obesus</i>	0.0018	3.344	Kulbicki etal 2005
Mobulidae	<i>Manta birostris</i>	0.0164	3	Fishbase (www.fishbase.com)
Myliobatidae	<i>Aetobatus narinari</i>	0.0059	3.13	Fishbase (www.fishbase.com)
Haemulidae	<i>Diagramma melanacrum</i>	0.0144	2.988	Kulbicki etal 2005
	<i>Plectorhinchus chaetodontoides</i>	0.0173	3.04	Kulbicki etal 2005
	<i>Plectorhinchus lessoni</i>	0.0197	2.969	Kulbicki etal 2005
	<i>Plectorhinchus lineatus</i>	0.0126	3.079	Kulbicki etal 2005
	<i>Plectorhinchus picus</i>	0.0144	2.98	Kulbicki etal 2005
	<i>Plectorhinchus polytaenia</i>	0.0197	2.969	Kulbicki etal 2005
	<i>Plectorhinchus vittatus</i>	0.0197	2.969	Kulbicki etal 2005
Lethrinidae	<i>Gnathodentex aureolineatus</i>	0.018	3.063	Kulbicki etal 2005
	<i>Lethrinus olivaceus</i>	0.0294	2.851	Kulbicki etal 2005
	<i>Lethrinus sp.</i>	0.0165	3.043	Kulbicki etal 2005