

TERUMBU KARANG

KAEDAH ASAS MENGUTIP
DAN
MENGANALISIS DATA

Kaedah Asas Survei Karang

ZAIDNUDDIN ILIAS

Institut Penyelidikan Perikanan Malaysia
FRI Batu Maung, Pulau Pinang.

Cetakan Pertama 2022

© Zaidnuddin Ilias

Hak cipta terpelihara. Tidak dibenarkan mengeluarkan mana-mana bahagian artikel, ilustrasi, dan isi kandungan buku ini dalam apa-apa juga bentuk dan dengan apa cara jua sama ada secara elektronik, fotokopi, mekanik, rakaman, atau cara lain sebelum mendapat izin bertulis daripada Ketua Pengarah, Jabatan Perikanan Malaysia, Putrajaya, Malaysia. Perundangan Tertakluk kepada perkiraan royalty dan honorarium.

Perpustakaan Negara Malaysia
Zaidnuddin Ilias

Data Pengkatalogan-dalam-penerbitan

**TERUMBU KARANG : KAEDAH ASAS MENGUTIP DAN MENGANALISIS
DATA: Kaedah Asas Survei Karang / ZAIDNUDDIN ILIAS.**

ISBN 978-967-2946-27-4

1. Coral reefs and islands.
 2. Quantitative research.
 3. Deep diving--Safety measures.
 4. Government publications--Malaysia.
- I. Judul. 333.9553

**Dicetak oleh:
CRUCETAK SDN. BHD.**

ISI KANDUNGAN

BAB 1 PENGENALAN HABITAT TERUMBU KARANG	10
1.1 Habitat	13
1.2 Biologi Batu karang	15
1.3 Ancaman kepada karang	18
1.4 Cuaca	20
1.5 Substrat	21
1.6 Taburan	23
1.7 Kepentingan	24
1.8 Kenapa perlu dikaji secara kuantitatif	26
1.9 Kaedah mengumpulkan maklumat kuantitatif	28
BAB 2 PEMETAAN KAWASAN KAJIAN MENGGUNAKAN MAKLUMAT SEDIA ADA	31
2.1 Penyediaan peta kawasan kajian	32
2.2 Imej satelit atau gambar udara	33
2.3 Penggunaan perisian Google Earth (GE) untuk menandakan lokasi kajian	34
2.4 Cantuman Maklumat Imej Satelit dan Maklumat GPS	34
2.5 Perancangan kajian	36
2.6 Sumber Maklumat Lain	37
BAB 3 KAEDAH SELAMAN DAN LANGKAH KESELAMATAN	38
3.1 Kemahiran di laut	39
3.2 Kemahiran Pertolongan Cemas dan Mengenalpasti Kecederaan di laut	42
3.2.1 Penyakit Akibat Perubahan Tekanan (Barotrauma)	42
3.2.2 Kecederaan Paru paru	44
3.2.3 Penyakit Penyahmampatan	45
3.2.4 Masalah Lain semasa Menyelam	46
3.3 Persediaan Peralatan	46
3.4 Keselamatan	48
3.5 Meregang Pita Ukur	48
3.6 Kaedah Transek	50

BAB 4 ANALISIS DATA	57
4.1 Mengutip Data yang Diperlukan	58
4.2 Borang Kutipan Data dan Jenis Data	59
4.3 Analisis Data	61
4.4 Hasil Analisis Data	62
4.5 Kesimpulan dari Kajian yang Dijalankan	63
BAB 5 PENGUTIPAN DATA SAMPINGAN	64
5.1 Kaedah Fotografi Bawah Air	64
5.2 Kaedah Videografi Bawah Air	68
5.3 Bagaimana Mengekstrak data Kuantitatif dari Gambar foto	69
5.4 Analisis dan Kesimpulan Hasil Kajian	72

SENARAI RAJAH

Rajah 1-1: Jadual menyelam sebagai panduan kedalaman dan tempoh masa yang boleh dilalui oleh setiap penyelam	11
Rajah 1-2: Kedalaman maksimum yang boleh dicapai oleh seorang penyelam berbanding dengan haiwan marin yang lain	12
Rajah 1-3: Objektif kajian perlu jelas kepada semua ahli sebelum dilaksanakan	13
Rajah 1-4: Sumber pencemaran daratan yang dihadapi oleh terumbu.	14
Rajah 1-5: Tiga jenis struktur terumbu karang	15
Rajah 1-6: Haiwan dalam kumpulan yang sama dengan karang	16
Rajah 1-7: Jenis-jenis karang	16
Rajah 1-8: Kaedah pembiakan karang	17
Rajah 1-9: Keratan rentas zon-zon pada terumbu karang.	18
Rajah 1-10: Jadual pasang surut terbitan Jabatan Laut Malaysia atau jadual yang boleh didapati dari applikasi telefon pintar dan laman web	19
Rajah 1-11: Karang lembut, boleh hidup di tempat yang kurang bercahaya dan berarus yang lebih kuat	20
Rajah 1-12: Substrat karang mati a. lebih stabil kerana masih berstruktur teguh manakala b. karang mati dalam bentuk pecahan karang adalah tidak stabil dan mudah digerakkan oleh ombak. Benih karang yang terlekat pada karang pecah akan mati disebabkan oleh ombak	22
Rajah 1-13: Lokasi terumbu karang tropika dunia (warna kuning)	23
Rajah 1-14: Perbuatan yang mengancam karang	25
Rajah 1-15: Keadaan karang di laut	27
Rajah 1-16: Kategori substrat dasar	29
Rajah 1-17: Spesies karang yang biasa dijumpai diperairan Malaysia	30
Rajah 2-1: Gambar udara yang boleh digunakan sebagai asas peta terumbu yang akan digunakan.	33
Rajah 2-2: Peta kawasan kajian disediakan dari gambar udara. Gambar dengan kedudukan Latitud dan longitude yang terperinci akan memberikan kedudukan yang lebih tepat	33
Rajah 2-3: Pengumpulan data yang sistematik membolehkan peta terumbu yang terperinci dilakukan (diubahsuai dari laporan kajian Pulau Songsong, Jabatan Perikanan Malaysia)	34
Rajah 2-4: Menunjukkan secara ringkas bagaimana peta spesies di terumbu karang boleh disediakan.	35
Rajah 3-1: Carta sebagai panduan untuk memilih waktu menyelam yang sesuai di perairan Selat Melaka dan perlu disesuaikan dengan pengalaman penyelam tempatan. (Ilias, 2021)	39

SENARAI RAJAH

Rajah 3-2: Kemahiran menggunakan peralatan scuba sebagai prasyarat untuk melakukan aktiviti kajian terumbu karang	40
Rajah 3-3: Aktiviti semasa kursus scuba dijalankan	41
Rajah 3-4: Jadual masa selaman	41
Rajah 3-5: Gambaran ringkas paru-paru manusia	44
Rajah 3-6: Peralatan menyelam yang diperlukan semasa aktiviti dijalankan di dalam air.	47
Rajah 3-7: Hujung pita ukur dilekat pada lubang yang terdapat pada karang	48
Rajah 3-8: Merekod data kuadrat yang disediakan dari pita ukur	49
Rajah 3-9: Pembahagian tugas di antara pasangan menyelam perlu dilakukan pada permulaan aktiviti supaya tugas dapat dilakukan dengan lebih lancar	50
Rajah 3-10: Pengumpulam maklumat menggunakan kaedah transek	50
Rajah 3-11: Kaedah PIT, data direkod pada selang jarak tertentu yang telah ditetapkan	51
Rajah 3-12: Menggunakan kaedah LIT, panjang setiap objek yang berada di bawah pita ditentukan dan direkod.	51
Rajah 3-13: Keluasan kawasan yang diduduki oleh setiap jenis substrat di anggar secara terus atau menggunakan perisian computer.	51
Rajah 3-14: Perbandingan maklumat yang diperolehi dari kedua-dua kaedah yang digunakan.	53
Rajah 3-15: Kuadrat yang disediakan untuk kutipan data	55
Rajah 4-1: Hasil analisis data yang dikutip	57
Rajah 4-2: Maklumat tambahan boleh didapati dari penyelidik yang pakar	58
Rajah 4-3: Data juga boleh diringkaskan dalam bentuk carta pai	62
Rajah 5-1: Kamera yang sering digunakan semasa kajian dijalankan.	65
Rajah 5-2: Lampu tambahan diperlukan untuk mengambil gambar di dalam air terutamanya waktu malam atau ditempat yang dalam.	65
Rajah 5-3: Sampel gambar foto diambil sepanjang transek menggunakan kuadrat atau dengan menetapkan keluasan gambar yang akan diambil (Rajah 5-3). Biasanya gambar akan diambil setiap meter menggunakan kaedah PIT (Point Intercept Transect).	66
Rajah 5-4 : Gambar kuadrat untuk tujuan analisis taburan karang	67
Rajah 5-5: Kuadrat boleh disediakan menggunakan pita ukur yang di bawa	67
Rajah 5-6: Data dikutip menggunakan kaedah fotografi atau video	67
Rajah 5-7: Kutipan data dari gambar kuadrat menggunakan kaedah point sampling	69
Rajah 5-8: Kuadrat kekal yang ditinggalkan di laut boleh menunjukkan tumbesaran batu karang yang lebih baik	72

SENARAI JADUAL

Jadual 1-1: Penunjuk keadaan terumbu karang berdasarkan peratus litupan karang	27
Jadual 2-1: Jadual data untuk tujuan analisis menggunakan surfer dan penyediaan peta karang	36
Jadual 3-1: Rekod pemerhatian lapangan PIT (Rajah 3.9)	52
Jadual 3-2: Rekod pemerhatian lapangan LIT (Rajah 3.10)	52
Jadual 3-3: Kategori jenis dasar yang di rekod	54
Jadual 3-4: Perbandingan di antara kaedah survei yang dijalankan	56
Jadual 4-1: Borang data LIT yang digunakan semasa survei dijalankan di laut. Panjang transek yang digunakan ialah dua meter (sebagai contoh). Bahagian objek yang direkod boleh dijadikan lebih terperinci oleh pakar karang, rumpai dan karang lembut.	59
Jadual 4-2: Contoh data kajian untuk satu transek 50 m yang dilakukan dari program excel	60
Jadual 4-3: Kiraan peratus objek berdasarkan kategori yang ditetapkan dari keputusan kajian Jadual 4-2	62
Jadual 5-1: Data yang dikumpulkan dari kuadrat di masukkan ke dalam perisian excel	70
Jadual 5-2: Ringkasan dari data yang dikumpul	71

PENGARAH KANAN
INSTITUT PENYELIDIKAN PERIKANAN



Assalamualaikum dan Salam Sejahtera,

Alhamdulillah, syukur ke hadrat Allah S.W.T atas penerbitan buku TERUMBU KARANG, KAEDAH ASAS MENGUTIP DAN MENGANALISIS DATA. Buku ini penting sebagai satu himpunan kaedah asas kajian terumbu karang yang digunakan di dalam Jabatan Perikanan. Ia merupakan kaedah yang perlu diketahui oleh penyelidik terumbu karang walaupun terdapat kaedah yang lebih canggih kini. Umumnya kebanyakan kaedah terkini, sedikit sebanyak akan tetap menggunakan kaedah ini terutama semasa penentuan keluasan kawasan dan jarak yang dilalui.

Buku ini diterbitkan untuk membantu kakitangan Jabatan Perikanan secara khusus dan kepada khalayak umum yang perlu untuk memahami kaedah menjalankan kajian terumbu karang. Ini merupakan antara penerbitan Pusat Penyelidikan Taman Laut Negara (PPTLN) dalam merealisasikan penyelidikan yang mantap dan bernilai tinggi. Penyelidikan seterusnya boleh ditambahbaik melalui penggunaan kaedah-kaedah terkini dalam menghasilkan data yang diperlukan untuk pengurusan habitat marin.

Akhir sekali, saya ingin mengambil kesempatan ini merakamkan ucapan penghargaan dan semoga penerbitan ini akan dapat membantu dalam menjalankan kajian terumbu karang dan aktiviti pemuliharaannya. Semoga ia dapat meningkatkan kecemerlangan dalam penyelidikan yang dijalankan dan dapat menghasilkan output-output R&D yang lebih bernilai tinggi dan memberi impak yang baik kepada negara.

YBRS DR. AZHAR BIN HAMZAH

Pengarah Kanan
Institut Penyelidikan Perikanan
Batu Maung, Pulau Pinang

Terumbu karang ialah aset yang penting yang menjana sumber perikanan negara. Terumbu ialah kawasan asuhan anak-anak ikan yang menjadi tangkapan nelayan yang membekalkan protein yang baik kepada rakyat Malaysia. Selain itu spesies ikan yang bernilai tinggi juga mendatangkan hasil yang lumayan kepada hasil eksport negara. Sistem terumbu karang yang terdapat di Malaysia berselerakan berhampiran pulau atau di tengah laut di kawasan zon ekonomi eksklusif negara. Ia mudah terancam sebagai akibat perubahan cuaca, pencemaran laut dan juga aktiviti manusia yang tidak beretika. Keadaan kesihatannya penting supaya kawalan dan langkah-langkah pemuliharaan dapat diambil untuk mengekang keadaan menjadi lebih parah.

Jabatan Perikanan Malaysia sebagai agensi yang bertanggungjawab untuk menguruskan sumber laut ini memerlukan maklumat yang terperinci untuk melakukan aktiviti pemuliharaan habitat ini. Maklumat ini hanya boleh didapati dengan melakukan pemantauan berkala dengan kaedah yang terperinci. Untuk menjaga sumber yang bernilai jutaan ringgit, kos yang tinggi juga perlu dilabur untuk aktiviti pengawasan dan pengawalannya.

Terdapat banyak kaedah yang boleh digunakan untuk melakukan pemantauan kawasan terumbu karang. Ia terbahagi kepada kaedah yang ringkas dan mudah dilaksanakan sehinggalah kaedah yang moden seperti penggunaan imej satelit dan peralatan sonar. Namun begitu perubahan yang cepat dan perbezaan dari sudut data yang dikutip, kaedah-kaedah moden dan maju ini menyukarkan perbandingan maklumat yang didapati pada tahun-tahun yang berbeza dibandingkan. Hasil kajian menggunakan peralatan teknologi yang berbeza puluhan tahun mungkin menyebabkan data yang terkumpul tidak dapat lagi di gunakan kerana peralatan lama sudah tidak digunakan lagi teknologinya dan alat tersebut sendiri telah luput. Sebagai contoh penggunaan projektor transparensi, projektor slaid dan pemancar computer sekarang. Generasi baharu mungkin sudah tidak mengenali teknologi lama tersebut.

Kaedah kajian yang diperkenalkan dalam buku ini ialah kaedah asas bagi mana kajian di kawasan terumbu karang dilakukan. Ia boleh diajar kepada generasi baharu dan data yang dikutip dapat dibandingkan selagi mana kaedah ini digunakan. Ia merupakan kaedah secara manual, mudah dilatih dan digunakan sepanjang masa.

Zaidnuddin Ilias

Pusat Penyelidikan Taman Laut Negara
FRI Batu Maung,
Batu Maung,
Pulau Pinang

Terima kasih kepada semua pihak yang telah memberi bantuan dan dorongan sehingga terhasilnya buku ini. Juga, ucapan terima kasih kepada Jabatan Perikanan Malaysia (JPM) kerana telah membuka peluang kepada saya untuk berkongsi pengalaman melakukan kajian terumbu karang. Juga terima kasih kepada Cawangan Improkom FRIBM kerana sudi menjadi editor dan menyumbang peruntukan untuk penerbitan buku panduan ini.

Selain itu, penghargaan diucapkan kepada Pengarah Kanan Penyelidikan, Pengarah PPTLN En Mohamad Saupi Ismail, En Md Nizam Ismail, En Ahmad Rizuan C. Nik, En Mohd Yusoff Bin Mat Isa dan semua kakitangan yang bersama-sama menjalankan aktiviti ini. Dr Noordin Mohd Noor, terima kasih kerana sudi membaca. Juga kepada semua yang terlibat dan tidak di sebutkan secara terperinci di sini.

Zaidnuddin Ilias

Pusat Penyelidikan Taman Laut Negara
FRI Batu Maung,
Batu Maung,
Pulau Pinang

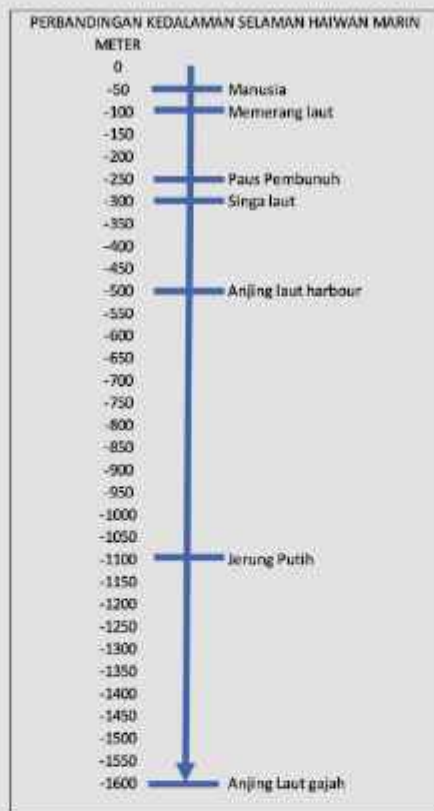
BAB 1

Pengenalan Habitat Terumbu Karang

Survei atau pengutipan data terumbu karang dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan maklumat terperinci persekitaran terumbu. Maklumat ini boleh digunakan untuk tujuan pengurusan habitat terumbu karang yang terdapat diperairan Malaysia sama ada di kawasan Taman Laut atau di luar taman laut. Ia juga akan menunjukkan kesihatan ekosistem dan kewujudan habitat untuk sumber perikanan. Terumbu karang merupakan habitat dan tempat asuhan bagi banyak spesies ikan marin sebelum anak-anak ikan menjadi dewasa dan kuat untuk menerokai laut yang lebih luas (Yusuf et al., 2002).

Kawasan terumbu dan lautan Malaysia ialah tanggungjawab jabatan perikanan Malaysia ini bertaburan di sekitar laut dan pulau-pulau di Malaysia (Chelliah et al., 2014). Ia boleh didapati di kawasan yang berair keruh, jernih, cetek atau dalam. Kajian yang dilakukan di habitat ini memberi penumpuan kepada pelbagai faktor seperti jenis habitat, biologi hidupan terumbu dan ancaman terhadapnya (Graham et al., 2020). Kaedah-kaedah kajian yang akan digunakan juga perlu mengambil kira tujuan, keadaan habitat seperti kedalaman air dan kejernihan air kerana bukan semua kaedah boleh digunakan di semua tempat (Tardy, 1990).

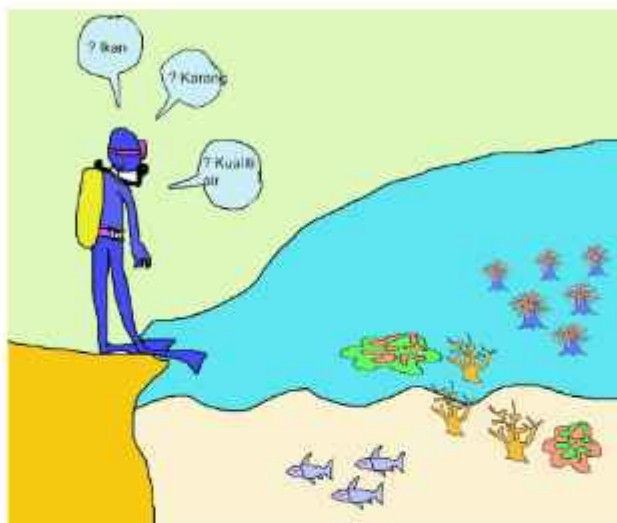
Penyelam hanya beroperasi sehingga kedalaman 130 kaki, air yang jernih dan untuk masa yang singkat dengan selamat (Raymond, 1942) (Rajah 1-1, Rajah 1-2). Bagi laut yang lebih dalam penggunaan peralatan yang lebih canggih dan mengurangkan risiko kepada manusia perlu ditentukan. Selain dari itu aktiviti yang dijalankan semasa survei dilakukan juga bergantung pada tahap kedalaman, bekalan udara yang dibawa oleh penyelam (Caroline et al., 1978)



Rajah 1-2: Kedalaman maksimum yang boleh dicapai oleh seorang penyelam berbanding dengan haiwan marin yang lain

Penyelam dengan peralatan skuba yang biasa hanya dapat melakukan kajian terumbu karang di lokasi yang cetek iaitu kurang dari 130 kaki/ 40 m (Denoble, 2019). Untuk survei di kawasan yang lebih dalam peralatan menyelam yang lebih teknikal seperti penggunaan peralatan 'rebreather trimix' atau 'open circuit trimix' perlu digunakan bersama-sama dengan kaedah selaman 'decompression dive'(Sayer, 2005)(Flemming, 1990) . Penggunaan peralatan dan kaedah ini memerlukan ketelitian dalam melakukan perancangan aktiviti menyelam(Kur & Mioduchowska, 2018)

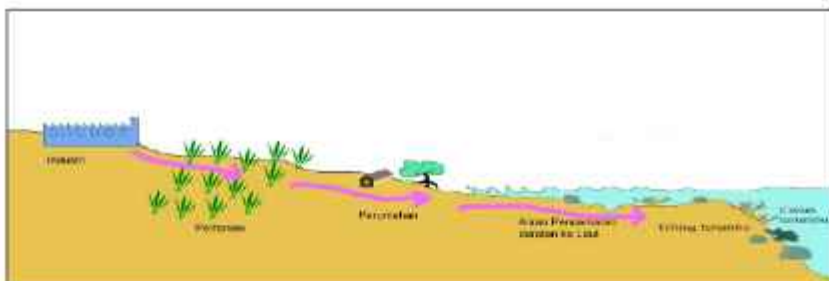
Setiap ahli kumpulan perlu jelas dengan tujuan dan objektif kajian dan perlu diterangkan semasa membuat perancangan survei yang akan dilakukan (Rajah 1-3). Ia akan membantu dalam merangka kajian akan dijalankan, ketelitian sesuatu kajian yang akan dijalankan dan kos keseluruhan kajian. Sebagai asas dalam menjalankan aktiviti survei ini kumpulan penyelam perlu mengetahui keadaan lokasi kajian seperti berikut.



Rajah 1-3: Objektif kajian perlu jelas kepada semua ahli sebelum dilaksanakan.

1.1 Habitat

Habitat terumbu karang merupakan satu habitat marin yang memberikan sumbangan besar sebagai asuhan dan perlindungan ikan. Terumbu karang di Malaysia umumnya didapati di pulau-pulau pesisir pantai Semenanjung, Sabah dan Sarawak (Comley et al., 2004). Hasil penilaian penyelidik mendapati kawasan terumbu karang menyumbang jutaan ringgit melalui aktiviti pelancongan dan ekstrak farmaseutikal. Ia merupakan satu habitat yang sangat sensitif dan mudah rosak disebabkan oleh aktiviti fizikal seperti pelanggaran oleh bot dan bom ikan. Sekiranya ia terletak berhampiran dengan daratan, ia juga terdedah pada ancaman pencemaran seperti aliran selut, racun, baja tanaman dan air kumbahan (Rajah 1-4). Aktiviti tebus guna tanah untuk tujuan pertanian, pembangunan pantai dan rekreasi pantai juga menyebabkan kemusnahan yang teruk kepada terumbu karang.



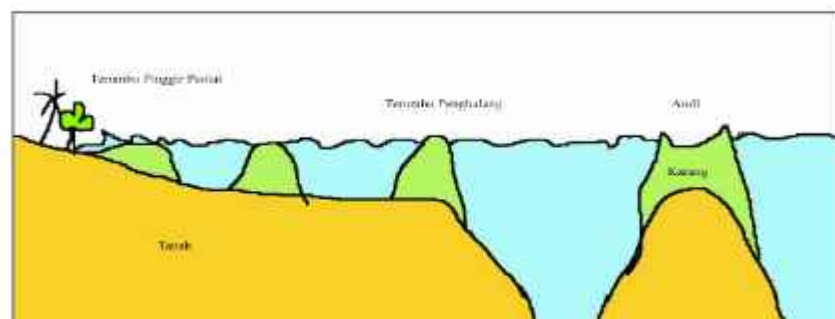
Rajah 1-4: Sumber pencemaran daratan yang dihadapi oleh terumbu.

Kadar tumbesaran batu karang adalah perlahan iaitu antara 1-2 cm untuk batu karang seperti *Porites lobata* dan 2-15 cm untuk karang tanduk rusa *Acropora* sp. menyebabkan penanaman atau kolonisasi secara alami kawasan terumbu karang yang rosak sangat lambat. Pertumbuhan semula kawasan karang yang telah musnah disebabkan oleh kerosakan fizikal seperti kesan bom ikan, dilanggar bot atau ribut akan berlaku secara alami tetapi mengambil masa yang panjang. Namun kerosakan terumbu karang yang disebabkan oleh pencemaran, perubahan ciri-ciri habitat berkemungkinan besar tidak akan berlaku selagi faktor-faktor yang mengubah ciri-ciri kualiti habitat tersebut tidak hilang.

Melindungi habitat-habitat terumbu karang perlu didahului dengan pemuliharaan habitat dari punca-punca kerosakan dan meningkatkan kesedaran masyarakat awam berkaitan dengan kaedah penggunaan terumbu karang yang betul. Ini termasuk cara menangkap ikan di terumbu dan etika pengambilan sumber makanan dari terumbu. Kaedah yang memusnahkan terumbu seperti mematahkan terumbu tanpa sebab, mengebom ikan dan meletakkan pukat dengan cara yang tidak betul perlu dielakkan.

Terumbu karang boleh dibahagikan kepada tiga jenis iaitu terumbu karang pinggir, terumbu penghalang dan atoll (Rajah 1-5). Terumbu karang pinggir ialah terumbu karang yang terbentuk di kawasan pinggir pantai pulau atau daratan. Ia membentuk satu benteng yang melindungi pantai dari hakisan yang disebabkan oleh ombak laut. Terumbu karang penghalang pula ialah terumbu karang yang terbentuk selari dengan pantai tetapi jauh ke tengah laut. Terumbu ini tidak berhubung dengan daratan dan menjadi penghalang di tengah laut. Ia merupakan habitat penting untuk sumber perikanan, membentuk beting-beting pasir di tengah laut dan pulau-pulau pasir kecil. Terumbu penghalang besar di Queensland Australia ialah

satu contoh terumbu penghalang. Jenis terumbu karang yang ketiga ialah atol. Terumbu ini terbentuk di tengah laut seperti sebuah bukit di tengah laut. Ia dikatakan berasal dari pulau gunung berapi yang telah mati. Karang tumbuh di sekeliling pinggir pulau dan mengukuhkan pinggir pulau tersebut.



Rajah 1-5: Tiga jenis struktur terumbu karang

1.2 Biologi Batu Karang

Batu karang yang kelihatan di dasar laut ialah struktur yang dibina oleh sejenis haiwan dari kumpulan berikut;

Alam Animalia

Filum Cnidaria

Kelas Anthozoa

Order Scleractinia

Famili Acroporidae

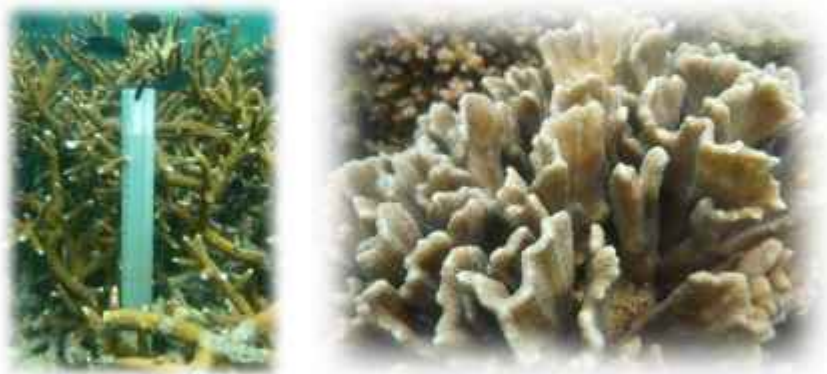
Genus Acropora

Spesies *Acropora palmata*

Terdapat dua kumpulan batu karang iaitu karang hermatipik yang membina terumbu dan ahermatipik yang tidak membina terumbu. Karang hermatipik ialah karang yang penting dalam habitat terumbu karang kerana ia membina struktur terumbu yang besar dan menjadi habitat perlindungan kepada hidupan laut yang lain. Perubahan dalam komuniti karang ini memberikan impak yang besar terhadap hidupan yang bergantung pada terumbu karang.



Rajah 1-6: Haiwan dalam kumpulan yang sama dengan karang

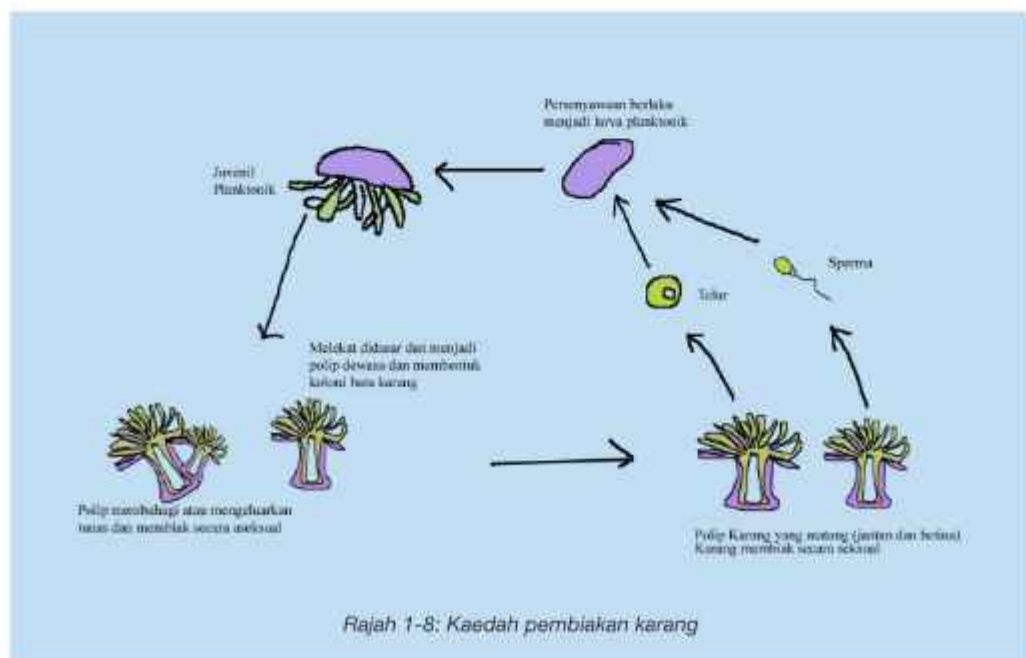


Rajah 1-7: Jenis-jenis karang

Karang hermatipik biasanya ialah karang yang mempunyai keupayaan melakukan fotosintesis dengan bantuan alga zooxanthellae yang hidup di dalam tubuhnya secara simbiosis. Hasil perkongsian ini menguntungkan kedua-dua organisma yakni alga mendapat perlindungan karang dan karang mendapat makanan hasil dari produk biologi alga. Hasil perkongsian ini juga akan menyumbang keupayaan karang hermatipik menghasilkan bahan

sampingan iaitu kalsium karbonat yang membina terumbu. Selain mendapat makanan daripada alga, karang juga berkeupayaan menangkap makan secara aktif menggunakan tentakelnya. Untuk menghasilkan terumbu yang besar hubungan simbiosis di antara kedua-dua hidupan ini perlu berlaku dengan baik di kawasan laut yang bersesuaian. Ini dapat berlaku di kawasan laut yang jernih dan bersih dengan sinaran cahaya matahari yang mencukupi.

Karang membiak dengan dua kaedah iaitu secara seksual dan asexual melalui pertunasan atau pembelahan induk kepada dua individu yang baru. Kebanyakan karang bersifat hermaphrodit yang mempunyai kedua-dua jantina pada satu individu manakala 1/4 karang yang lain mempunyai individu jantan dan betina yang berbeza. Bagi pembiakan secara seksual, pembiakan boleh berlaku dengan dua acara iaitu broadcast (melepaskan sperma dan telur ke dalam air) atau brooding (melepas larva yang telah disenyawakan) yang lebih besar dan cepat melekat kepada substrat berbanding dengan larva kaedah pertama.

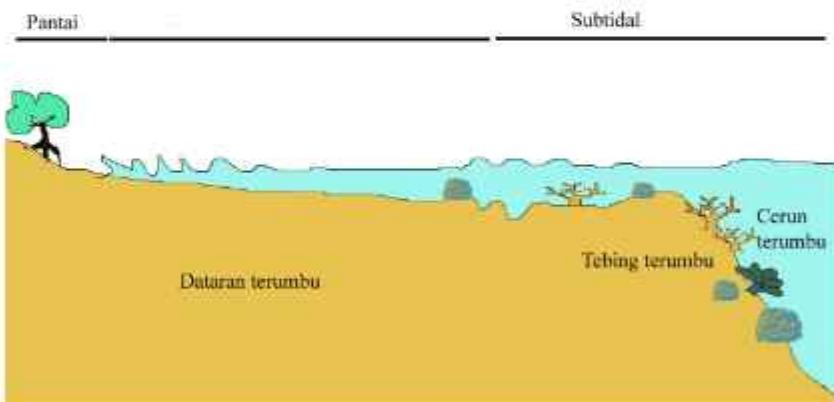


1.3 Ancaman kepada karang

1.3.1 Pendedahan kepada udara

Spesies karang mempunyai keupayaan terhad untuk menghadapi air surut dan keadaan kering. Spesies karang yang tahan lasak seperti *Porites lobata* dan *Favites abdita* mampu bertahan dalam keadaan kering sehingga 3 jam.

Terumbu karang juga dikelaskan kepada zon-zon tertentu berdasarkan kedalaman air. Kawasan pinggir laut boleh dibahagikan kepada dua zon umum iaitu Littoral dan sublittoral. Zon littoral ialah paras kedalaman di antara air pasang paling tinggi dan air surut yang paling rendah. Zon sublittoral berada di bawah paras air surut paling rendah. Karang tidak akan terdedah pada udara walaupun semasa air paling surut. Zon littoral bahagian atas merupakan habitat bagi moluska gastropod dari genus Littorinidae dan bahagian bawah zon ini pula merupakan habitat kepada spesies teritip. Permulaan zon sublittoral ialah permulaan paras kedalaman pantai yang mulai dihuni oleh spesies-spesies batu karang.



Rajah 1-9: Keratan rentas zon-zon pada terumbu karang.

Zon habitat terumbu karang dipengaruhi oleh banyak faktor seperti pasang surut, pendedahan kepada udara, keadaan cuaca dan substrat tempat di mana benih batu karang boleh melekat. Pasang surut laut berlaku disebabkan tarikan antara graviti bumi dan bulan terhadap air laut. Namun lokasi sesuatu kawasan terumbu sama ada di selat perantaraan

dua pulau atau berhadapan dengan laut terbuka turut mempengaruhi ketinggian dan tempoh pasang surut. Di tempat tertentu terdapat dua kali air pasang dan dua kali air surut dalam tempoh dua puluh empat jam sebaliknya di kawasan laut terbuka seperti perairan laut cina selatan air pasang dan surut berlaku sekali dalam tempoh 24 jam.

KEDAH PIER, PULAU PINANG											
Lat 05 25 N Long 100 21 E											
TIME ZONE -0800				TIMES AND HEIGHTS OF HIGH AND LOW WATERS				2004			
JANUARY				FEBRUARY				MARCH			
Time	h	Time	m	Time	h	Time	m	Time	h	Time	m
1	0525	16	0525	1	0525	16	0525	1	0525	16	0525
2	0534	17	0534	2	0534	17	0534	2	0534	17	0534
3	0543	18	0543	3	0543	18	0543	3	0543	18	0543
4	0552	19	0552	4	0552	19	0552	4	0552	19	0552
5	0601	20	0601	5	0601	20	0601	5	0601	20	0601
6	0610	21	0610	6	0610	21	0610	6	0610	21	0610
7	0619	22	0619	7	0619	22	0619	7	0619	22	0619
8	0628	23	0628	8	0628	23	0628	8	0628	23	0628
9	0637	24	0637	9	0637	24	0637	9	0637	24	0637
10	0646	25	0646	10	0646	25	0646	10	0646	25	0646
11	0655	26	0655	11	0655	26	0655	11	0655	26	0655
12	0704	27	0704	12	0704	27	0704	12	0704	27	0704
13	0713	28	0713	13	0713	28	0713	13	0713	28	0713
14	0722	29	0722	14	0722	29	0722	14	0722	29	0722
15	0731	30	0731	15	0731	30	0731	15	0731	30	0731
		31	0740					16	0740		
								17	0749		
								18	0758		
								19	0807		
								20	0816		
								21	0825		
								22	0834		
								23	0843		
								24	0852		
								25	0901		
								26	0910		
								27	0919		
								28	0928		
								29	0937		
								30	0946		
								31	0955		

Rajah 1-10: Jadual pasang surut terbitan Jabatan Laut Malaysia atau jadual yang boleh didapati dari applikasi telefon pintar dan laman web

1.3.2 Pencemaran

Pencemaran dari daratan ialah ancaman utama kepada terumbu seperti aliran sungai yang membawa racun dan bahan-bahan cemar dari daratan. Pencemaran dari lautan seperti sisa tumpahan minyak juga mengancam terumbu karang dengan menyekat kandungan oksigen atau dengan melekat pada terumbu semasa air surut.

1.3.3 Ribut Taufan dan ancaman fizikal

Terumbu karang boleh dirosakkan oleh kesan fizikal ribut taufan seperti hempasan air laut semasa ribut taufan yang menyebabkan terumbu pecah. Selain dari itu terumbu juga boleh rosak dan pecah sekiranya dilanggar kapal atau objek-objek yang lebih besar.

1.4 Cuaca

Habitat karang juga dipengaruhi oleh pendedahan terhadap cuaca yang ekstrem. Seperti gelombang yang kuat semasa monsun, hujan yang lebat dan angin yang mempengaruhi kawasan tersebut semasa air pasang atau surut. Sebagai contoh, kawasan yang terdedah kepada cuaca seperti angin monsun yang kuat biasanya kurang di litupi oleh karang keras.

Kawasan ini akan dipenuhi dengan karang lembut yang dapat membiak dan membesar dengan lebih cepat. Karang lembut biasanya hidup di paras air yang lebih dalam kerana kurang bergantung pada cahaya matahari. Ini membolehkan spesies karang lembut untuk hidup di kawasan yang terdedah kepada aktiviti ombak yang kuat.



Rajah 1-11: Karang lembut, boleh hidup di tempat yang kurang bercahaya dan berarus yang lebih kuat

Karang keras yang membentuk terumbu memerlukan cahaya matahari untuk hidup dan permukaan yang sesuai untuk benih tumbuh dan membesar. Kawasan yang bergelora menyukarkan pelekatan benih karang pada dasar. Karang keras yang dapat tumbuh di kawasan ini terdiri daripada spesies yang cepat membesar dan lasak.

Hujan lebat yang berterusan dan aliran air tawar yang banyak ke kawasan terumbu karang boleh mengancam dan membunuh karang. Keadaan ini boleh dilihat di terumbu karang yang berada berhampiran dengan kuala-kuala sungai. Aliran air sungai yang berterusan menghalang pertumbuhan spesies karang di kawasan yang berhampiran. Selain itu aliran air sungai juga membawa banyak selut dan pencemaran dari daratan ke kawasan terumbu yang berhampiran yang menyebabkan karang mati. Selut yang banyak akan melitupi karang dan menyebabkan karang kelemasan dan tidak dapat menghasilkan makanan melalui kaedah fotosintesis sterusnya mati. Kesan air tawar ketika air pasang akan berkurangan kerana air tawar hanya membentuk lapisan di atas lapisan air masin dan tidak sampai kepada karang dan mengancamnya. Tetapi ketika air surut keadaan sebaliknya akan berlaku.

1.5 Substrat

Substrat ialah sebarang struktur kekal yang berada di bawah air yang boleh digunakan untuk benih karang melekat, tumbuh dan membesar. Ia terdiri dari batu, karang mati atau kapal karam. Struktur dasar yang lain seperti pasir, selut dan kulit kerangan yang sentiasa bergerak tidak dapat menjadi tapak untuk pelekatan benih karang dan membesar.

Semua permukaan dasar laut sentiasa menjadi rebutan pelbagai organisma laut. Organisma yang cepat membiak dan membesar biasanya akan berjaya memenangi dalam persaingan yang berlaku. Contoh hidupan marin yang berjaya mengkolonisasi permukaan ialah spesies rumpai laut berfilamen halus. Spesies ini akan mula mendominasi sesuatu substrat baru sebaik sahaja ia diletakkan di dalam laut.



Rajah 1-12: Substrat karang mati
a. lebih stabil kerana masih berstruktur teguh manakala
b. karang mati dalam bentuk pecahan karang adalah tidak stabil
dan mudah digerakkan oleh ombak. Benih karang yang terlekat
pada karang pecah akan mati disebabkan oleh ombak

Substrat yang ditinggalkan oleh penghuni asalnya disebabkan oleh hentaman bot atau pencemaran juga akan mulai ditumbuhi dengan rumpai laut ini. Ia kemudiannya akan diikuti oleh spesies kerang-kerangan seperti teritip dan tiram. Selepas beberapa tempoh tertentu barulah spesies karang akan mulai tumbuh di substrat tersebut. Contoh karang yang cepat melekat kepada substrat di laut ialah *Pocillopora sp.*

Selain itu, karang juga memerlukan dasar yang keras dan tidak diselaputi selut. Permukaan yang baik memberikan ruang untuk benih karang melekat dan tumbuh subur. Kandungan selut yang tinggi dalam air bukan sahaja menghalang cahaya malah tidak sesuai untuk pertumbuhan anak batu karang yang baru. Mendapan selut ke atas batu karang akan membunuh batu karang yang diliputinya.

Kawasan terumbu karang Asia Tenggara merupakan kawasan yang paling kaya dengan spesies karang di dunia manakala Australia mempunyai terumbu karang yang paling luas di dunia. Terumbu karang di antara Malaysia, Filipina dan Indonesia digelar sebagai segitiga karang kerana mempunyai kepelbagaian spesies karang yang paling tinggi iaitu sekurang-kurangnya 500 spesies (Jolis & Saleh, 2015). Selain itu kawasan ini juga menjadi habitat kepada enam daripada tujuh spesies penyu.

Selain kawasan ini, laut Carribean dan Maldives juga kaya dengan terumbu karang. Hal ini menjadikan semua kawasan ini tarikan kepada pengunjung terutamanya penyelam skuba untuk menerokai terumbu karang yang terdapat di sana.

1.7 Kepentingan

Terumbu karang berguna sebagai tempat asuhan benih ikan dan menjadi habitat utama anak-anak ikan untuk berlindung daripada ancaman pemangsa. Ia juga membekalkan lebih dari 30% sumber ikan untuk kegunaan manusia.

Terumbu karang sebagai stok sumber bahan bernilai perubatan. Ia juga turut membekalkan bahan-bahan kosmetik dan perubatan untuk kegunaan manusia. Kajian terkini menunjukkan bahawa banyak bahan bernilai yang dapat digunakan sebagai sumber perubatan boleh didapati dari terumbu karang. Lendir dari lelehan karang digunakan dalam kajian untuk tujuan bahan anti cahaya ultra violet dalam produk pelindung cahaya matahari (sun screen/ sun tan lotion). Ekstrak saponin daripada gamat digunakan dalam produk anti arthritis manakala bahan dari buran digunakan dalam kajian anti kanser.

Terumbu karang sebagai sumber makanan. Terumbu karang memberikan hasil tangkapan laut seperti ikan, udang karang, sotong dan siput yang dimakan sendiri atau di jual. Hal ini memberikan pulangan yang lumayan kepada nelayan. Ikan- ikan yang bernilai tinggi seperti kerapu, mameng dan jenahak merupakan antara spesies utama yang boleh didapati di kawasan terumbu karang.

Terumbu karang sebagai pusat aktiviti pelancongan. Kawasan terumbu merupakan daya tarikan utama aktiviti utama pelancongan laut dengan air yang jernih dan ikan yang berwarna warni. Memberikan pendapatan yang lumayan dan peluang pekerjaan kepada ramai orang. Pihak yang mendapat manfaat terdiri daripada pengusaha hotel, bot, pusat selam

skuba, pengangkutan darat, pengangkutan udara, restoran, warung dan lain-lain lagi. Setiap tahun kawasan terumbu karang di Taman Laut Malaysia menerima kunjungan pelancong yang ramai. Pulau Payar contohnya pernah merekodkan lebih dari 200,000 pengunjung setahun. Hal ini memberikan anggaran pendapatan terkumpul sebanyak RM 40,000,000.00 setahun. Ini tidak termasuk perbelanjaan penginapan, makan dan cenderahati semasa tinggal di lokasi tersebut. Ia meningkatkan aktiviti ekonomi kepada pengusaha-pengusaha pelancongan laut khususnya yang berpusat di Pulau Langkawi, Perlis, Kedah dan Pulau Pinang.

Kemusnahan terumbu karang akan mengurangkan kedatangan pelancong dan mengakibatkan pendapatan pengusaha merudum dan memberikan kesan yang besar kepada masyarakat sekitarnya (Rajah 1-14).



Rajah 1-14: Perbuatan yang mengancam karang

Terumbu karang sebagai pelindung kepada hakisan pantai. Fungsi ini sangat penting kepada pantai kerana ia akan dapat mengelakkan berlakunya hakisan pantai dan menyebabkan kerosakan struktur binaan di pantai. Terumbu karang merupakan tembok penghalang dipantai yang hidup dan berkembang tanpa perlu bantuan manusia. Ia berfungsi seperti tembok pemecah ombak yang dibina di pantai-pantai dan pelabuhan untuk mengelakkan hakisan ombak. Tembok semulajadi tidak memerlukan penyelenggaraan yang tinggi namun perlu dijaga dengan menjaga ekosistem supaya tidak tercemar dan membunuh karang. Pencemaran air bukan sahaja akan membunuh karang dan merosakkan terumbu malah akan memusnahkan keseluruhan struktur karang sekiranya pencemaran yang berlaku tidak diatasi dan keadaan kualiti air tidak dipulihkan.

1.8 Kenapa perlu dikaji secara kuantitatif

Kajian secara kuantitatif bermaksud kajian yang dijalankan yang memberikan hasil dalam nilai yang boleh diukur seperti bilangan ikan, bilangan spesies karang dan keluasan kawasan karang dalam meter persegi. Sebaliknya kajian secara kualitatif hanya akan memberikan gambaran secara subjektif tentang keadaan sesuatu terumbu karang seperti ada atau tiada dan baik atau keadaan tidak baik. Gambaran dalam bentuk peratus litupan juga subjektif kepada individu dan mungkin berbeza dengan individu yang lain.

Maklumat dari kajian secara kuantitatif boleh diterjemahkan ke bentuk kualitatif seperti peratusan litupan karang dari jumlah karang yang diukur. Tetapi anggaran 20% karang hidup sukar untuk dinyatakan dalam bentuk bilangan karang seperti 20 karang porites dan 30 karang acropora. Penggunaan kaedah persampelan kuantitatif, kajian dapat diulang oleh orang yang berlainan dan dapat memberikan data yang boleh dianalisis dan dibandingkan dengan kajian terdahulu atau dari tempat lain.

Pengurusan alam sekitar memerlukan maklumat terperinci kerana ia akan melibatkan perancangan, pengubalan akta, pengurusan impak dan lain-lain. Data yang dikumpulkan secara terperinci dan dibentangkan dengan baik kepada pihak pentadbiran akan membantu penilaian dan tindakan susulan yang berkesan. Umumnya pembentangan hasil yang menunjukkan sumbangan dlm ringgit Malaysia (RM) dari ekosistem terumbu karang kepada negara akan mendorong kepada pembuat dasar mengambil tindakan yang lebih baik dan cepat.

Kajian yang dirancang dengan baik akan memberikan maklumat yang terperinci dan menunjukkan perkembangan terumbu, ancaman atau kesan pengurusan yang telah dijalankan. Aktiviti yang dirancang perlu mengumpulkan data yang boleh diulangi oleh pengurus-pengurus di masa yang akan datang. Ia mesti boleh dilakukan oleh penyelidik lain dan menggunakan teknologi yang mudah diikuti. Ia perlu boleh menentukan taburan karang hidup, spesies, ancaman dan sebarang perubahan dalam komuniti di sesuatu kawasan terumbu. Maklumat yang didapati dan menunjukkan sama ada terdapat perubahan dari segi keluasan habitat, ancaman dan kematian batu karang (Jadual 1-1).

Jadual 1-1: Penunjuk keadaan terumbu karang berdasarkan peratus litupan karang

Peratus %	Litupan Karang	Keadaan Terumbu
0-25	Rendah	Litupan Karang Yang Rendah/Tidak Sihat
25-50	Sederhana	Keadaan Terumbu Yang Sederhana/Sederhana Sihat/ Terganggu
50-75	Tinggi	Keadaan Terumbu Yang Baik
75-100	Sangat Tinggi	Keadaan Karang Sangat Baik Atau Litupan Karang Homogenus/Satu Spesies



Rajah 1-15: Keadaan karang di laut

Ancaman-ancaman terhadap terumbu karang seperti pembangunan infra struktur pinggir pantai, pencemaran air dari daratan, aktiviti-aktiviti negatif dan positif perlu ditentukan dan direkod. Dengan maklumat yang direkod, ancaman fizikal yang boleh dielakkan seperti aktiviti pengumpulan batu karang, kemalangan kapal, memukat, menangkap ikan menggunakan bom boleh diatasi. Impak aktiviti boleh dielakkan dan terumbu karang dapat kembali hidup dengan langkah pencegahan dan rawatan dilakukan (Rajah1-15). Impak daripada aktiviti lain seperti tebus guna tanah, pencemaran bahan kimia dan aliran mendakan berterusan dari daratan mungkin akan menyebabkan kemusnahan yang kekal terhadap terumbu karang.

1.9 Kaedah mengumpulkan maklumat kuantitatif

Kajian perlu dilakukan untuk menentukan keadaan sesuatu kawasan terumbu karang sebelum sebarang aktiviti pemulihan dapat dilakukan. Terdapat pelbagai kaedah pengumpulan maklumat yang boleh digunakan, daripada kaedah mudah sehinggalah ke peringkat yang kompleks dan sukar. Maklumat terumbu karang boleh didapati dengan menggunakan kaedah pemerhatian perenang atau penyelam scuba, pengumpulan data dengan menggunakan peralatan video, penduga gema/echosounder, sonar dan pengimejan satelit.

Maklumat yang dikumpulkan secara sistematik dapat dianalisis dan ditafsirkan untuk menggambarkan keadaan sesuatu kawasan terumbu karang yang di kaji. Umumnya peratusan litupan batu karang dikelaskan di antara 0% litupan sehinggalah 100%. Kepelbagaian spesies batu karang juga penting untuk menunjukkan bilangan spesies batu karang yang wujud.

Perancangan sebelum pengumpulan maklumat terumbu karang perlu dilakukan dengan teliti. Hal ini kerana kos untuk menjalankan aktiviti pengumpulan maklumat adalah tinggi dan ia juga dipengaruhi oleh pelbagai faktor lain seperti cuaca yang boleh menghalang dan membahayakan nyawa peserta.

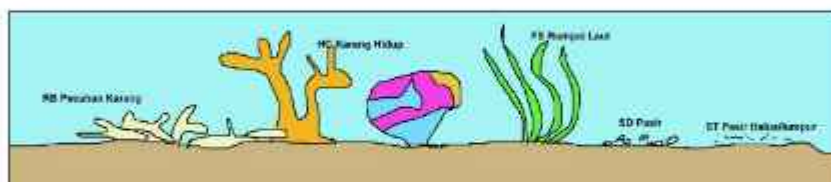
Objektif kajian perlulah jelas dan lokasi kajian perlu ditentukan terlebih dahulu. Habitat terumbu karang biasanya tidak meliputi keseluruhan pulau yang dikaji, ada kawasan yang mempunyai kepelbagaian spesies yang tinggi dan sebaliknya. Maklumat asas taburan terumbu karang perlu diperolehi terlebih dahulu dan peta terumbu karang disediakan. Kini maklumat asas boleh didapati dengan menggunakan imej satelit seperti Google Earth atau imej udara yang diambil dari kapal terbang, helikopter atau drone (pesawat kawalan jauh).

Pemilihan lokasi kajian perlu dilakukan dan ditanda pada peta kajian. Keluasan kawasan juga perlu ditentukan sebagai asas dalam kajian kerana pertumbuhan karang biasanya tidak menyeluruh di sebarang teluk. Kesan ombak dan pasang surut air boleh menyebabkan karang tidak dapat hidup di sudut tertentu teluk yang sama. Habitat karang memerlukan ciri-ciri persekitaran yang unik untuk hidup dengan baik. Kawasan-kawasan berimpak tinggi dan kawasan berimpak rendah perlu dipastikan sebagai lokasi perbandingan. Ini boleh diketahui melalui tinjauan yang cepat dan ringkas perlu dilakukan. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan

kaedah yang dipanggil 'manta tow' atau perenang snorkel.

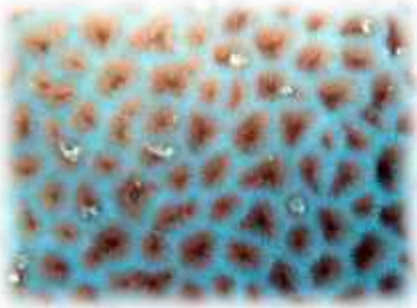
Seterusnya keutamaan diberikan dengan kaedah penomboran tertentu supaya kajian seterusnya dapat dilakukan secara berperingkat. Kekangan masa, kakitangan dan kewangan menyebabkan kajian perlu dilakukan secara berperingkat dalam tempoh masa yang panjang. Justeru keutamaan lokasi-lokasi kajian perlu ditentukan dan dilakukan terlebih dahulu dan kemudiannya diikuti oleh lokasi yang semakin kurang kepentingannya.

Seterusnya kajian utama dilakukan untuk mendapatkan maklumat terperinci taburan terumbu karang. Pengutipan maklumat dilakukan dengan menggunakan beberapa kaedah seperti transek atau penggunaan kuadrat segi empat sama. Ia boleh dilakukan oleh perenang snorkel di kawasan berair cetek (1-3m) atau penyelam scuba di kawasan lebih dalam atau melebihi 3m. Pengumpulan data yang lebih terperinci juga boleh dilakukan dengan menggunakan kaedah fotografi di mana setiap kategori boleh dikenalpasti oleh penyelidik yang lebih pakar (Rajah 1-16).



Rajah 1-16: Kategori substrat dasar

Kategori maklumat yang dikumpulkan bergantung pada kemahiran kakitangan yang turut serta dalam kajian yang akan dijalankan. Bagi peserta yang bukan saintis kategori mudah seperti yang di syorkan oleh 'REEF CHECK' adalah memadai (Jadual 3-3). Ia cuma memerlukan peserta mengenalpasti dan merekod karang hidup atau mati dan lain-lain hidupan yang penting yang dicadangkan. Maklumat yang lebih terperinci boleh didapati sekiranya kajian yang dijalankan turut disertai oleh saintis yang mahir dengan spesies dan ekosistem terumbu karang (Rajah 1-17).



a. Favites



b. Porites



c. Montipora



d. Montipora



e. Porites



f. Symphyllia

Rajah 1-17: Spesies karang yang biasa dijumpai di perairan Malaysia

BAB 2

Pemetaan Kawasan Kajian Menggunakan Maklumat Sedia Ada

Kajian habitat terumbu karang dilakukan dengan tujuan untuk menentukan taburan atau keluasan kawasan habitat tersebut. Maklumat yang terkumpul dengan penandaan lokasi GPS yang tepat dapat ditunjuk pada peta kawasan kajian secara terperinci. Peta yang disediakan tersebut dapat menunjukkan dengan jelas jenis-jenis habitat yang wujud, taburan spesies, ancaman kerosakan dan aktiviti pemulihan yang boleh dijalankan. Ia juga dapat menunjukkan kawasan yang mana perlu dipemulihkan atau dizonkan. Peta yang dihasilkan boleh digunakan untuk penzonan kawasan berdasarkan pada jenis-jenis kegunaannya seperti zon tertutup, zon pemuliharaan atau zon pelancongan.

Sekiranya kajian dijalankan secara berulang-ulang, ia akan memberikan maklumat selang masa atau berkala. Ini akan menunjukkan perubahan taburan terumbu karang dari semasa ke semasa setiap kali kajian tersebut di ulangi. Bagaimana dan kenapa taburan karang berubah dari semasa ke semasa dapat dilihat dari maklumat yang dikumpul dan juga gambar yang di ambil. Maklumat ini berguna untuk menentukan punca perubahan tersebut.

Pemerhatian yang dilakukan secara berkala akan menunjukkan perubahan taburan dan kemungkinan punca kepada perubahan itu. Pertambahan pembangunan infrastruktur di pantai dan peningkatan penggunaan kawasan terumbu oleh pelancong boleh mengakibatkan kemusnahan kawasan terumbu. Kajian lanjut terhadap perubahan kualiti air, pencemaran minyak dan pelanggaran bot dapat dilakukan untuk menjelaskan punca perubahan yang berlaku di kawasan terumbu.

Peningkatan pembangunan pantai dan pelepasan kumbahan ke dalam laut berhampiran boleh mengancam kehidupan karang dengan meningkatkan litupan rumpai laut seperti *Padina* sp. Rumpai laut

mempunyai kadar pertumbuhan yang lebih cepat dari karang akan berjaya menguasai dasar laut serta menghalang pertumbuhan benih karang. Kajian yang dilakukan boleh menunjukkan peningkatan peratus litupan rumpal laut berbanding karang di tempat tersebut.

Semua pemerhatian dan data yang direkod boleh diplot pada peta laut yang disediakan menggunakan lokasi GPS untuk menjadi peta taburan karang kawasan kajian.

2.1 Penyediaan peta kawasan kajian

Peta dasar laut kawasan kajian perlu disediakan terlebih dahulu berasaskan pada peta sedia ada. Ia merupakan aktiviti pertama yang dilakukan sebelum menjalankan sebarang aktiviti fizikal di lapangan. Ia merupakan peringkat perancangan dalam pelaksanaan kajian yang akan dijalankan. Sebaik sahaja tugas menjalankan kajian diterima, pengurus projek dan kakitangan yang terlibat perlu berbincang dan menyediakan peta lokasi kajian. Sekarang, peta ini boleh disediakan menggunakan gambar satelit, peta topo atau peta batimetrik yang boleh didapati dengan mudah dan murah. Gambar udara daripada drone atau foto udara yang di ambil atau dibeli dari pembekal juga boleh digunakan.

Gambar dari drone atau foto udara mampu memberikan gambar yang lebih jelas dan terperinci berbanding dengan gambar satelit. Sebaliknya, gambar satelit dapat memberikan gambaran yang lebih luas dengan kejelasan sederhana terperinci.

Peta lokasi kajian perlu memberikan gambaran kasar keluasan kawasan yang akan dikaji, jarak dari lokasi ke lokasi yang lain, bilangan kakitangan dan kos kajian yang diperlukan. Objektif aktiviti seperti kajian asas atau kajian impak akan memberikan petunjuk maklumat-maklumat yang diperlukan dan bilangan lokasi kajian yang mencukupi untuk menyempurnakan kajian.



Rajah 2-1: Gambar udara yang boleh digunakan sebagai asas peta terumbu yang akan digunakan.

2.2 Imej satelit atau gambar udara

Maklumat terperinci lokasi kajian boleh diperoleh menggunakan imej satelit atau foto udara. Imej dari Google Earth contohnya dapat memberikan maklumat yang agak jelas kedudukan terumbu karang dan anggaran keluasan dapat dilakukan dengan cepat. Resolusi objek yang dapat dilihat menggunakan imej ini hampir kepada saiz 1 meter persegi. Ia dapat digunakan untuk menentukan taburan terumbu karang di sesuatu lokasi teluk sebelum kajian dilakukan. Ini membolehkan fokus diberikan kepada lokasi yang lebih tepat untuk menjalankan kajian terperinci.



Foto: Gambar asal imej satelit

Lakaran menunjukkan kawasan pertumbuhan karang yang perlu di kaji

Rajah 2-2: Peta kawasan kajian disediakan dari gambar udara. Gambar dengan kedudukan Latitud dan longitud yang terperinci akan memberikan kedudukan yang lebih tepat

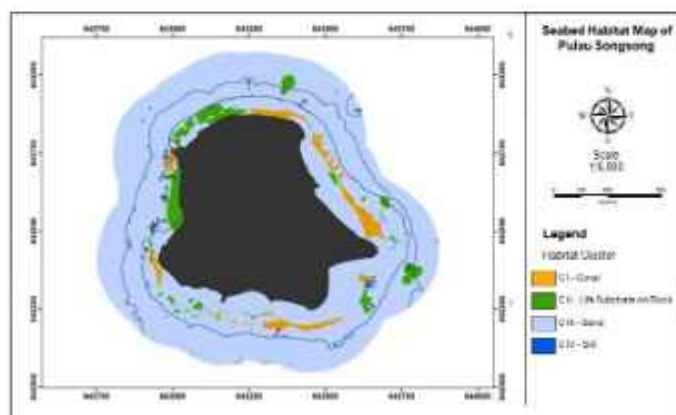
Imej ini kemudiannya boleh ditukar menjadi peta asas menggunakan perisian foto atau media yang lain (Rajah 2-2). Gambar sebenar boleh diubah kepada kepada gambar data yang seterusnya boleh digunakan untuk dimasukkan maklumat kajian. Seterusnya membolehkan rekod kajian yang lebih terperinci dikumpulkan.

2.3 Penggunaan perisian Google Earth (GE) untuk menandakan lokasi kajian

Lokasi kajian yang telah dipilih menggunakan pemetaan imej satelit atau GPS boleh ditandakan pada imej GE (<https://www.google.com/earth/download/ge/agree.html>). Imej yang ditanda boleh dicetak sebagai panduan dalam menjalankan kajian. Lokasi ini boleh dikaji berulang-ulang dengan bantuan peralatan GPS dan boleh dikunjungi oleh pihak pengkaji seterusnya menggunakan kaedah carian waypoint pada GPS.

2.4 Cantuman Maklumat Imej Satelit dan Maklumat GPS

Maklumat yang didapati dari imej satelit dan peta-peta geografi lain boleh digabungkan untuk menjadi peta kajian dengan menggunakan perisian komputer. Imej satelit, gambar udara, posisi gps dan lain-lain lagi dapat digabung menjadi satu peta kajian dengan pelbagai maklumat. Maklumat asas terumbu karang disesuatu tapak kajian dapat digabung untuk memberikan maklumat yang lebih bermakna.



Rajah 2-3: Pengumpulan data yang sistematik membolehkan peta terumbu yang terperinci dilakukan (diubahsuai dari laporan kajian Pulau Songsong, Jabatan Perikanan Malaysia)

Imej satelit dapat digabung dengan lokasi kajian untuk menunjukkan lokasi kajian menggunakan perisian yang mudah seperti perisian SURFER (Rajah 2-4). Penyelarasan kadar pembesaran imej perlu dilakukan sebelum penggabungan dilakukan menggunakan perisian tersebut. Kedua-dua kepingan gambar boleh di digabungkan menjadi satu dalam bentuk digital (digital overlay). Gabungan kedua-dua peta akan menunjukkan kaitan antara lokasi kajian dan aktiviti di daratan yang akan memberikan kesan langsung kepada ekosistem terumbu tersebut. Lokasi terumbu karang dan kemungkinan punca-punca yang mengancamnya seperti kilang-kilang, perumahan, tebusguna tanah dapat dilihat dengan lebih mudah.



Kombinasi peta-peta cuma dapat dilakukan sekiranya kadar pembesaran gambar adalah sama. Gambar dengan pembesaran 1:6000 hanya boleh digabung ke atas imej dengan pembesaran yang sama. Ia akan memberikan skala yang sama untuk setiap objek yang kelihatan. Untuk imej yang didapati dari Google earth, setiap objek dari kajian sebenar dapat digabungkan ke dalam imejnya menggunakan kedudukan GPS. Setiap pemerhatian yang dilakukan mestilah ditanda dengan koordinat GPS supaya ia dapat diselaraskan dengan koordinat GPS pada GE. Ini membolehkan GE digunakan untuk menghasilkan peta kajian.

Jadual 2-1: Jadual data untuk tujuan analisis menggunakan surfer dan penyediaan peta karang

Kedudukan dalam darjah/degree		Meter		
Longitud	Latitud	Kedalaman Air	Kod Spesies	Spesies
			Acr	Acropora

Penggunaan GPS semasa kajian dijalankan adalah penting kerana dapat digunakan untuk menanda semua objek yang kelihatan dalam imej GE (Jadual 2-1). Walaupun resolusi GE tidak terlalu terperinci, objek-objek sebesar 1 x 1 meter masih boleh di kenali.

2.5 Perancangan Kajian

Maklumat asas lokasi kajian membolehkan perancangan kajian dilakukan dengan lebih baik dari sudut logistik, tempoh kajian dan jumlah kakitangan yang diperlukan. Kajian juga dapat diagih kepada beberapa fasa bergantung pada keutamaan lokasi yang ingin dikaji. Lokasi dengan impak pencemaran yang tinggi mungkin perlu dilakukan terlebih dahulu bersama-sama dengan lokasi yang akan digunakan sebagai perbandingan.

Penggunaan peta kombinasi juga akan memudahkan lokasi yang mempunyai anggaran peratus litupan karang yang pelbagai dapat ditentukan. Bagi kawasan yang sepatutnya mempunyai anggaran peratus litupan batu karang yang sama, perbezaan yang ditemui dapat digunakan untuk menunjukkan kesan sesuatu aktiviti atau pencemaran yang berlaku.

Antara perkara yang perlu dirancang sebelum kajian dijalankan ialah seperti;

- Tarikh kajian dan tempoh kajian.** Kedua-dua nya penting kerana pasang surut air dan ramalan cuaca semasa kajian dijalankan boleh

ditentukan terdahulu menggunakan perisian sedia ada seperti perisian pasang surut air dan kelajuan angin dan hujan seperti "Tides" dan "Windguru".

- b. **Bilangan lokasi tempat kajian** akan dijalankan dan kedudukan lokasi tersebut. Sehubungan dengan itu logistik kajian seperti jenis bot, saiz bot, anggaran jumlah bahan api, bilangan kakitangan yang terlibat dan lain-lain lagi dapat ditentukan.
- c. **Maklumat kajian yang diperlukan** juga boleh ditentukan lebih awal beserta kaedah bagaimana kajian akan dijalankan. Ini akan menentukan peralatan yang akan dibawa, pengendalian peralatan tersebut dan lain-lain keperluan berkaitan dengan kajian.
- d. Penentuan **bagaimana kajian akan dilakukan** seperti lokasi permulaan kajian dan lokasi-lokasi seterusnya secara berterusan supaya perjalanan kajian menjadi lancar dan tidak menyebabkan pembaziran dan peningkatan kos.
- e. **Lokasi yang memerlukan perhatian yang khusus** seperti selat yang berarus laju dan merbahaya kepada kumpulan penyelidik juga perlu ditentukan dan di elak untuk mengelakkan kemalangan dan mengganggu kelancaran kajian.
- f. **Maklumat pertolongan cemas** seperti jabatan yang perlu dihubungi dan peralatan kecemasan yang perlu di bawa juga dapat disediakan.
- g. **Penentuan pasangan menyelam.** Pasangan selam perlu ditetapkan dan taklimat keselamatan perlu diberikan sebelum kajian dilaut dilakukan.

2.6 Sumber Maklumat Lain

Selain maklumat pemetaan, maklumat-maklumat lain seperti pengetahuan penduduk tempatan juga boleh membantu dalam melicinkan perjalanan kajian yang akan dijalankan. Penduduk tempatan yang telah berada di sesuatu lokasi untuk jangka masa yang panjang dapat memberikan gambaran keadaan sesuatu terumbu karang semasa dahulu sebelum sebarang kerosakan berlaku dan kemungkinan puncaknya.

BAB 3

Bab 3 Kaedah Selaman Dan Langkah Keselamatan

Survei terumbu karang secara asasnya dilakukan menggunakan peralatan snorkelling dan scuba. Snorkelling ialah aktiviti berenang di laut menggunakan beberapa peralatan yang ringkas seperti cermin selam, snorkel dan kaki renang/fin. Peralatan ini membantu seorang perenang untuk melakukan aktiviti di laut dengan lebih lama dan menyelam lebih dalam berbanding tanpa penggunaannya. Peralatan asas ini boleh membantu seseorang perenang untuk menyelam sehingga kedalaman melebihi 100 kaki mengikut keupayaan dan latihan yang telah dijalani oleh seseorang penyelam tersebut.

Peralatan scuba pula ialah peralatan tambahan seperti tangki udara mampat, regulator dan jaket pelaras apungan. Peralatan ini membolehkan penyelidik berada lebih lama di dalam air untuk melakukan penelitian yang lebih terperinci. Penggunaan peralatan SCUBA membolehkan penelitian dilakukan di tahap air yang lebih dalam dan sukar dilakukan oleh manusia untuk satu tempoh yang lebih panjang.

Penyelam boleh melakukan penelitian pada kedalaman 40 kaki dengan tempoh maksimum selama 130 minit sekiranya bekalan udara yang di bawa mencukupi. Penyelam scuba yang mempunyai sijil rekreasi boleh menyelam sehingga kedalaman maksimum 130 kaki atau 40m. Namun begitu, selaman pada kedalaman ini hanya boleh dilakukan dengan tempoh masa yang singkat. Untuk bekerja lebih lama di dalam air, peralatan lebih canggih, prosedur lebih terinci dan latihan yang lebih mendalam diperlukan.

Aktiviti menggunakan peralatan scuba memerlukan latihan yang formal kerana lebih teknikal dan mempunyai risiko sekiranya tidak dilakukan dengan betul. Latihan boleh didapati dari pusat latihan scuba seperti NAUI (National Association of Underwater Instructor), PADI (Professional Association of Diving Instructor) dan SSI (Scuba School Instructor).



Rajah 3-2: Kemahiran menggunakan peralatan scuba sebagai prasyarat untuk melakukan aktiviti kajian terumbu karang

Peserta perlu mempunyai kemahiran menggunakan peralatan asas iaitu cermin selam, snorkel dan kaki renang (Rajah 3-2). Semua aspek penggunaan cermin selam seperti pemilihan, menyingkirkan air dari cermin selam semasa berenang dan memakai cermin selam semasa di dalam air perlu dimahiri. Begitu juga dengan kemahiran menggunakan kaki renang dan snorkel. Setiap peserta perlu menjalani latihan dari tenaga pengajar yang mahir dan mencapai kecekapan yang baik sebelum menjalankan aktiviti kajian di laut. Latihan berterusan diperlukan untuk membiasakan diri dengan air dan meningkatkan keupayaan menahan nafas kerana ia diperlukan untuk menjalankan kajian mengguna kaedah ini.

Latihan yang lebih terperinci dan formal diperlukan untuk menggunakan peralatan scuba kerana tahap kemahiran yang diperlukan adalah lebih tinggi. Latihan boleh didapati dari pusat selam bertauliah yang banyak terdapat di dalam dan luar negara. Jurulatih dari pusat selam akan mengajar teknik penggunaan peralatan yang betul yang dapat mengelakkan berlakunya kemalangan. Kandungan kursus semasa latihan scuba merangkumi kemahiran berenang, menggunakan peralatan untuk aktiviti renang snorkel, kemahiran penggunaan peralatan skuba, faktor keselamatan yang perlu dititik beratkan dan lain-lain lagi (Rajah 3-3).



Rajah 3-3: Aktiviti semasa kursus scuba dijalankan

Selain itu penyelam skuba juga memerlukan kemahiran untuk merancang aktiviti berpanduan jadual selam. Kemahiran menggunakan jadual selam semasa menggunakan peralatan selam dapat mengurangkan risiko terjadinya kemalangan seperti penyakit nyahmampatan dan menjimatkan kos menjalankan penyelidikan (Rajah 3-4). Pengetahuan menggunakan jadual selam akan memberikan maklumat seperti jumlah masa yang diperlukan untuk menjalankan aktiviti selaman dan membantu pengurus projek merancang keperluan logistik penyelidikan semasa peringkat perancangan. Kos projek dapat dijangka sebelum aktiviti lapangan dilakukan.

Jadual selam menunjukkan masa selaman yang perlu dipatuhi oleh penyelam semasa menyelam di dalam laut. Pengurus projek perlu mengetahui anggaran masa sesuatu projek tersebut perlu diselesaikan dan membuat perancangan masa selaman mengikut yang dibenarkan oleh jadual selam.

JADUAL SELAM

Table 1: JADUAL SELAM (Dive Table)

Depth (m)	Time (min)	Air Consumption (l/min)
10	10	10
10	20	20
10	30	30
10	40	40
10	50	50
10	60	60
10	70	70
10	80	80
10	90	90
10	100	100
10	110	110
10	120	120
10	130	130
10	140	140
10	150	150
10	160	160
10	170	170
10	180	180
10	190	190
10	200	200
10	210	210
10	220	220
10	230	230
10	240	240
10	250	250
10	260	260
10	270	270
10	280	280
10	290	290
10	300	300
10	310	310
10	320	320
10	330	330
10	340	340
10	350	350
10	360	360
10	370	370
10	380	380
10	390	390
10	400	400
10	410	410
10	420	420
10	430	430
10	440	440
10	450	450
10	460	460
10	470	470
10	480	480
10	490	490
10	500	500
10	510	510
10	520	520
10	530	530
10	540	540
10	550	550
10	560	560
10	570	570
10	580	580
10	590	590
10	600	600
10	610	610
10	620	620
10	630	630
10	640	640
10	650	650
10	660	660
10	670	670
10	680	680
10	690	690
10	700	700
10	710	710
10	720	720
10	730	730
10	740	740
10	750	750
10	760	760
10	770	770
10	780	780
10	790	790
10	800	800
10	810	810
10	820	820
10	830	830
10	840	840
10	850	850
10	860	860
10	870	870
10	880	880
10	890	890
10	900	900
10	910	910
10	920	920
10	930	930
10	940	940
10	950	950
10	960	960
10	970	970
10	980	980
10	990	990
10	1000	1000

Table 2: JADUAL SELAM (Dive Table)

Depth (m)	Time (min)	Air Consumption (l/min)
10	10	10
10	20	20
10	30	30
10	40	40
10	50	50
10	60	60
10	70	70
10	80	80
10	90	90
10	100	100
10	110	110
10	120	120
10	130	130
10	140	140
10	150	150
10	160	160
10	170	170
10	180	180
10	190	190
10	200	200
10	210	210
10	220	220
10	230	230
10	240	240
10	250	250
10	260	260
10	270	270
10	280	280
10	290	290
10	300	300
10	310	310
10	320	320
10	330	330
10	340	340
10	350	350
10	360	360
10	370	370
10	380	380
10	390	390
10	400	400
10	410	410
10	420	420
10	430	430
10	440	440
10	450	450
10	460	460
10	470	470
10	480	480
10	490	490
10	500	500
10	510	510
10	520	520
10	530	530
10	540	540
10	550	550
10	560	560
10	570	570
10	580	580
10	590	590
10	600	600
10	610	610
10	620	620
10	630	630
10	640	640
10	650	650
10	660	660
10	670	670
10	680	680
10	690	690
10	700	700
10	710	710
10	720	720
10	730	730
10	740	740
10	750	750
10	760	760
10	770	770
10	780	780
10	790	790
10	800	800
10	810	810
10	820	820
10	830	830
10	840	840
10	850	850
10	860	860
10	870	870
10	880	880
10	890	890
10	900	900
10	910	910
10	920	920
10	930	930
10	940	940
10	950	950
10	960	960
10	970	970
10	980	980
10	990	990
10	1000	1000

Rajah 3-4: Jadual masa selaman

Selain itu, kemahiran menyelamat di laut dan rawatan kecemasan juga diperlukan seperti bagaimana mengikat simpulan, melempar pelampung penyelamat dan memberikan rawatan cpr kepada orang yang lemas di dalam air. Kemahiran ini termasuk juga rawatan kecederaan, luka, kaedah menggunakan pembalut dan rawatan oksigen tulen (Denoble, 2019).

Scuba peringkat lanjutan daripada kaedah snorkelling. Ia memerlukan kemahiran menggunakan peralatan yang lebih teknikal yang memberikan kebebasan bergerak yang lebih banyak di dalam air. Aktiviti selam scuba memerlukan latihan khusus dan persijilan yang betul untuk menjalankan kajian menggunakannya. Ini kerana pengguna peralatan scuba perlu mematuhi beberapa peraturan penggunaannya yang cuma boleh diketahui melalui kursus formal dengan jurulatih bertauliah. Tanpa latihan sewajarnya pengguna akan terdedah kepada bahaya-bahaya tertentu yang boleh mengancam nyawa.

Snorkelling cuma boleh dilakukan oleh orang yang mahir dan biasa menggunakannya. Aktiviti ini memerlukan kekuatan fizikal dan kemahiran berenang di laut. Penggunaan kaedah scuba memberikan keselesaan dan penumpuan yang lebih kepada tugas mengumpulkan maklumat yang diperlukan. Kajian boleh dilakukan menggunakan kedua-dua kaedah sama ada snorkelling atau scuba. Kaedah snorkelling biasanya dilakukan di air yang cetek iaitu diantara 1-3meter manakala kaedah skuba boleh digunakan pada kedalaman melebihi 3 meter sehingga ke had kedalaman selaman yang dibenarkan.

Kaedah kajian yang akan dihuraikan di sini tertumpu kepada penggunaan peralatan scuba kerana ia ialah kaedah yang umumnya digunakan semasa kajian terumbu karang dan teknik pengutipan data ini juga digunakan semasa snorkel di laut yang lebih cetek.

3.2 Kemahiran Pertolongan Cemas dan Mengenalpasti Kecederaan di laut

3.2.1 Penyakit Akibat Perubahan Tekanan (Barotrauma)

Barotrauma ialah kecederaan pada tisu lembut sebagai akibat perbezaan tekanan antara ruang udara dalam badan dan persekitaran. Hasil pengembangan atau pengecutan ruang itu boleh menyebabkan kecederaan.

Kecederaan yang paling biasa semasa menyelam ialah kecederaan telinga akibat perubahan tekanan yang tidak terkawal. Ia berlaku semasa mula menyelam atau semasa sedang naik ke permukaan laut sebagai akibat kegagalan menyeimbangkan tekanan dalam ruang telinga tengah. Apabila tisu telinga tengah membengkak sebagai akibat peningkatan tekanan ia akan menyebabkan gegendang telinga tertolak ke arah dalam atau luar secara berlebihan menyebabkan berlakunya pendarahan atau pecah.

Menyelam dengan tergesa-gesa atau secara paksa boleh meningkatkan perbezaan tekanan antara telinga dalam dengan telinga tengah, mengakibatkan gegendang telinga pecah, bocor dan kerosakan telinga dalam. Untuk mengelakkan kejadian ini, penyelam mesti mempelajari teknik yang betul untuk menyelam dan mengimbangkan tekanan tersebut.

Sinus pada bahagian muka mempunyai saluran penghubung yang sempit, ia terdedah kepada perubahan tekanan yang berlaku semasa menyelam atau timbul. Dengan perubahan kecil pada tekanan (pada kedalaman air berbeza), gejalanya pada permulaannya yang ringan tetapi boleh menjadi lebih buruk sekiranya selaman diteruskan semasa simptom serangan sinus di rasai. Perubahan tekanan yang lebih besar akan menyebabkan kecederaan, terutamanya paksaan dilakukan untuk mencapai keseimbangan seperti semasa penggunaan kaedah Valsalva.

Faktor risiko tambahan yang akan menyebabkan barotrauma telinga dan sinus termasuk:

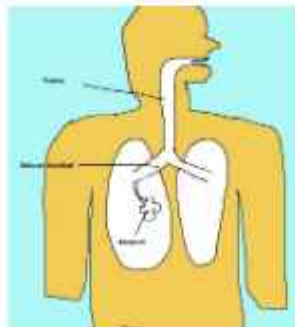
- a. Penggunaan penyumbat telinga padat
- b. Ubat (seperti penggunaan berlebihan ubat selsema yang berpanjangan yang membawa kesesakan semula)
- c. Pembedahan telinga atau sinus
- d. Kecacatan hidung atau kewujudan polip hidung
- e. Penyakit hidung dan sinus yang kronik dan mengganggu keseimbangan semasa tekanan udara semasa menyelam

Penyelam yang mengesyaki mereka mungkin mengalami barotrauma telinga atau sinus mesti mengelakkan diri dari menyelam dan mendapatkan rawatan perubatan dengan segera.

3.2.2 Kecederaan Paru paru

Penyelam skuba mengurangkan risiko masalah tekanan berlebihan paru-paru dengan bernafas secara normal dan naik secara perlahan-lahan semasa menghirup gas mampat dari tangki selam. Pengembangan paru-paru yang berlebihan boleh berlaku jika penyelam skuba naik ke permukaan tanpa menghembus nafas yang betul. Ini biasanya berlaku apabila penyelam menjadi panik dan berenang naik dengan laju. Semasa berenang naik, udara yang terperangkap di dalam paru-paru akan mengembang dengan cepat sehingga melebihi had keanjalan tisu paru-paru, seterusnya menyebabkan ia bocor dan menyebabkan udara terkeluar dari paru-paru ke lokasi seperti berikut:

- a. Pembuluh darah paru-paru. Gas yang memecahkan dinding alveolar boleh memasuki kapilari paru-paru dan masuk ke jantung, mengakibatkan arterial gas embolism (AGE) atau sekatan salur darah disebabkan oleh gelembung gas yang terbentuk. AGE ialah keadaan serius dan memerlukan terapi oksigen dengan segera dan rawatan kebuk tekanan (hyperbaric chamber).
- b. Emfisema atau kebocoran pada paru-paru boleh berlaku sama ada melalui kejadian udara berkumpul di dalam ruangan antara paru-paru dengan organ dalaman yang lain atau di bawah permukaan kulit. Umumnya keadaan ini akan kembali pulih selepas udara yang terperangkap diserap oleh aliran darah. Umumnya keadaan ini memerlukan rawatan khusus untuk mengeluarkan udara dan mengembang semula paru-paru. Ruang pleura. Gas yang memasuki ruang pleura boleh menyebabkan paru-paru runtuh atau pneumothorax. Mediastinum. Gas yang memasuki ruang di sekeliling jantung, trakea dan esofagus menyebabkan emfisema mediastinal dan kerap berlaku di bawah kulit (*emphysema subcutaneous*) atau ke dalam tisu di sekeliling laring, kadangkala mencetuskan perubahan dalam ciri suara.



Rajah 3-5:
Gambaran ringkas
paru-paru manusia

Semua kecederaan berkaitan dengan paru-paru akibat selam skuba boleh dikategorikan sebagai keadaan ringan sehinggalah kepada yang serius yang mengancam nyawa. Sekiranya berlaku kepada penyelam, penilaian perubatan diperlukan untuk memastikan keadaan yang serius tidak berlaku.

3.2.3 Penyakit Penyahmampatan

Penyakit penyahmampatan (DCI) ialah penyakit yang disebabkan oleh kesan mampatan dan nyahmampatan terhadap gas yang terdapat di dalam salur darah penyelam. Selaman skuba yang memakan masa yang panjang akan menyebabkan kuantiti gas nitrogen yang terdapat di dalam gas menyelam, menyerap masuk dengan banyak ke dalam darah. Ia berkadar terus dengan tempoh masa dan kedalaman selaman yang dilakukan. Semakin lama dan dalam selaman dilakukan maka semakin banyak gas ini menyerap ke dalam darah. Jadual menyelam yang disediakan bertujuan untuk mengehadkan kandungan gas nitrogen dari melebihi had yang boleh diterima oleh badan penyelam.

Kemungkinan penyelam skuba diserang DCI bergantung pada banyak faktor, tahap kecergasan, kegemukan, usia dan bilangan selaman yang dilakukan. Penyelam yang lebih berusia, gemuk dan tidak cergas mempunyai kemungkinan yang lebih tinggi dari individu yang sebaliknya. Namun begitu DCI boleh juga berlaku walaupun penyelam tersebut telah mengikuti jadual selaman disebabkan oleh faktor-faktor di atas. Kecederaan kekal yang serius atau kematian boleh berlaku disebabkan oleh DCS.

Semasa penyelam berenang naik, gas terlarut yang berlebihan akan dibebaskan melalui pernafasan. Bergantung pada jumlah gas terlarut dan kadar halaju naik, gas terlarut boleh terpisah daripada darah untuk membentuk buih dan mengganggu aliran darah dan pengoksigenan tisu.

Gas yang berlebihan di dalam saluran darah akan membentuk buih yang akan semakin membesar semasa timbul ke permukaan. Gas ini akan memasuki saluran darah dan membentuk buih-buih kecil yang akan seterusnya membesar dan menyekat peredaran darah. Buih yang semakin membesar boleh menyebabkan saluran darah pecah di dalam tisu badan, jantung dan otak. Ini akan mengganggu peredaran darah dan juga organ-organ yang penting. Salur darah yang pecah di otak akan memberikan kesan yang sama seperti yang di alami oleh mangsa serangan jantung atau darah tinggi.

Umumnya, penyelam skuba yang timbul dan terus tidak sedarkan diri atau beberapa minit selepas itu dianggap terkena serangan DCI dan pembentukan gelembung gas dalam saluran darah. Rawatan kecemasan yang diberikan perlu mengutamakan keadaan ini kerana kesannya yang serius. Pemeriksaan perlu dilakukan terhadap tindak balas badan yang utama seperti pernafasan dan peredaran darah dan rawatan menggunakan oksigen perlu dimulakan. Penyelam perlu dihantar dengan cepat ke pusat rawatan Hyperbaric dengan segera walaupun penyelam menunjukkan ciri-ciri pemulihan.

3.2.4 Masalah Lain semasa Menyelam

1. Lemas: Sebarang ketidakupayaan semasa di dalam air boleh mengakibatkan lemas
2. Narkosis nitrogen: Pada kedalaman yang semakin meningkat, tekanan separa nitrogen meningkat, menyebabkan narkosis dalam semua penyelam. Kemerosotan itu boleh mengancam nyawa. Narkosis ini cepat hilang semasa berenang naik dan tidak kelihatan di permukaan selepas menyelam, yang membantu membezakan keadaan ini daripada AGE.
3. Keracunan oksigen: Pada peningkatan tekanan separa oksigen, paras dalam darah menjadi cukup tinggi untuk menyebabkan sawan. Hal ini tidak kelihatan apabila menyelam di udara pada had kedalaman rekreasi.
4. Hidupan marin yang berbahaya: Lautan dan laluan air dipenuhi dengan haiwan marin, kebanyakannya secara amnya tidak berbahaya melainkan dalam keadaan terancam. Kebanyakan kecederaan adalah hasil daripada pertemuan secara kebetulan atau gerakan pertahanan. Luka yang terhasil mempunyai banyak ciri umum: pencemaran bakteria, badan asing, dan kadangkala berbisa.

3.3 Persediaan Peralatan

Peralatan yang diperlukan sebelum kajian dijalankan ialah seperti berikut;

- a) peralatan snorkelling (mask, snorkel dan fin)

Pengguna mestilah terlatih dalam menggunakan peralatan snorkelling untuk tujuan kajian yang akan dijalankan. Pemilihan peralatan perlu dilakukan menggunakan kaedah yang disyorkan untuk mengelakkan masalah berkaitan dengan peralatan semasa kajian dijalankan. Peralatan

yang tidak sempurna atau sesuai menyebabkan berlaku gangguan semasa kajian dijalankan dan boleh menyebabkan kemalangan kecil atau boleh membawa maut.

b) peralatan scuba (BCD, regulator dan pemberat)

Penggunaan peralatan scuba juga perlu mendapatkan latihan secukupnya sebelum kajian dijalankan. Setiap peralatan perlu dipastikan berada didalam keadaan sempurna dan telah diselenggara dengan baik. Penggunaan peralatan scuba tanpa latihan yang baik boleh menyebabkan kemalangan dan juga kematian.

c) pita ukur kalis air

Pita ukur yang digunakan semasa kajian perlu lasak dan kalis air.

d) pensel dan papan kalis air untuk menulis dan

e) panduan kategori organisma atau objek sasaran.

f) GPS diperlukan untuk menentukan lokasi kajian dan kamera kalis air pula digunakan untuk merekod gambar yang diperlukan semasa kajian.

g) Pakaian selam atau sebarang pakaian yang menutupi kaki dan lengan perlu digunakan untuk mengurangkan luka, calar atau sengatan hidupan karang.

h) Sebuah bot dengan pemandu diperlukan untuk menghantar dan mengawasi penyelidik sepanjang masa aktiviti dijalankan.



Rajah 3-6: Peralatan menyelam yang diperlukan semasa aktiviti dijalankan di dalam air.

3.4 Keselamatan

Sebagai langkah keselamatan semasa aktiviti dijalankan, peserta mestilah;

- a) menjalankan aktiviti dengan berpasangan dan tidak meninggalkan pasangan tanpa sebab
- b) mematuhi peraturan selaman scuba dari segi masa selaman dan penggunaan udara
- c) tidak melakukan selaman secara bersendirian.

3.5 Meregang Pita Ukur

Pengumpulan data terumbu dimulakan dengan meregang pita ukur di kawasan yang dipilih. Pita ukur diregang secara selari dengan pantai supaya kedalaman air semasa rekod terumbu dilakukan adalah sama. Ini adalah kerana kedalaman air mempengaruhi komposisi karang yang didapati di sesuatu kawasan. Sekiranya ukuran dilakukan pada kedalaman berbeza ia akan menyebabkan maklumat yang dikumpulkan sangat berbeza dari satu lokasi ke lokasi lain. Kedalaman air semasa kutipan data dilakukan mestilah sama dan perlu direkod bagi setiap lokasi supaya perbandingan antara lokasi dapat dilakukan. Untuk tujuan melaporkan komposisi batu karang, rekod data bagi sesuatu kawasan perlu dilaporkan bersama dengan kedalaman air purata semasa kajian. Kedalaman air purata ialah kedalaman air pertengahan di antara paras tertinggi dan terendah air pasang surut di lokasi tersebut. Kaedah meletakkan sampel,

1. Pilih kawasan kajian. Kawasan yang akan di kaji dipilih berdasarkan kepada keperluan kajian seperti a) mendapatkan data awal sesuatu kawasan terumbu baru atau b) menentukan impak sesuatu kejadian terhadap terumbu karang atau c) mengumpulkan maklumat untuk mengetahui perubahan komposisi litupan dasar setelah tempoh tertentu.



*Rajah 3-7:
Hujung pita ukur
dilekat pada
lubang yang
terdapat
pada karang*

2. Selepas pemilihan kedalaman sesuatu transek, pita ukur lekatkan pada lokasi permulaan dengan diikat kepada pancang atau melekatkan hujung pita ukur pada celahan karang. Pita ukur boleh diikat kepada sesuatu yang kukuh seperti batu atau batu karang yang sesuai. Pita ukur di tarik secara selari dengan pantai pada kedalaman yang tetap atau bersudut tepat dengan pantai sehingga kedalaman yang bersesuaian. Transek selari dengan pantai biasanya digunakan untuk menunjukkan litupan karang pada satu zon yang sama. Sebaliknya, transek yang bersudut tepat dengan pantai akan menunjukkan zon-zon yang terdapat pada pantai tersebut seperti zon rumput laut, zon karang dan zon rumpai laut.
3. Pengutipan data boleh dilakukan semasa transek pasang dengan memberikan masa kepada pemasang transek untuk melaraskan pita yang diletakkan; a) bagi kaedah transek garis pintasan, panjang sesuatu objek di bawah pita ukur akan direkod secara berterusan sehingga ke penghujung pita ukur, b) bagi kaedah transek titik, objek yang berada di bawah titik selang yang telah ditentukan sahaja yang akan direkod.
4. Data yang rekod perlu dimasukkan ke dalam jadual yang disediakan sebaik sahaja selesai aktiviti menyelam dan disimpan dengan baik untuk mengelakkan kehilangan semasa aktiviti dijalankan. Data kemudiannya dimasukkan ke dalam perisian komputer untuk memudahkan pengiraan peratus litupan dan lain-lain dilakukan.
5. Kaedah kuadrat juga dilakukan dengan cara yang sama Cuma pengiraan hanya dilakukan pada objek sasaran yang berada di dalam kuadrat. Biasanya kaedah kuadrat dilakukan dengan menggunakan kaedah fotografi kerana pengiraan dan analisis hasil dapat dilakukan menggunakan perisian computer seperti perisian CPCe (Coral Point Count with Excel) (Kohler and Gill 2006)



*Rajah 3-8:
Merekod data
kuadrat yang
disediakan dari
pita ukur*

Dalam keadaan tertentu pita ukur boleh juga diregangkan secara menegak dengan pantai atau bermula dari pantai sehingga ke laut. Ini dilakukan untuk tujuan tertentu seperti menentukan jarak permulaan batu karang mula hidup dari pantai sehingga hujung kawasan terumbu. Data kedalaman air semasa ia direkodkan juga diperlukan untuk menggambarkan taburan batu karang di kawasan kajian.



*Rajah 3-9:
Pembahagian tugas di
antara pasangan menyelam
perlu dilakukan pada
permulaan aktiviti supaya
tugas dapat dilakukan
dengan lebih lancar*

Pasangan penyelam perlu membahagikan tugas di antara mereka iaitu seorang merekod dan yang keduanya meregang pita ukur. Pita ukur di ikat pada tempat permulaan dengan kukuh dan ditarik ke arah yang ditentukan. Pada masa yang sama peregang pita juga perlu menentukan kedalaman air semasa pita diletakkan adalah sama. Ini dilakukan dengan menggunakan meter kedalaman yang terdapat pada alat scuba. Semasa meregang, Pita juga perlu diselit pada karang untuk mengelakkan ia bergerak-gerak disebabkan oleh arus air.

3.6 Kaedah Transek



*Rajah 3-10:
Pengumpulan maklumat
menggunakan kaedah transek*

Data terumbu boleh dikutip dengan beberapa kaedah seperti (English et al., 1998);

- a) rekod objek pada setiap titik tertentu (point intercept transect = PIT) atau



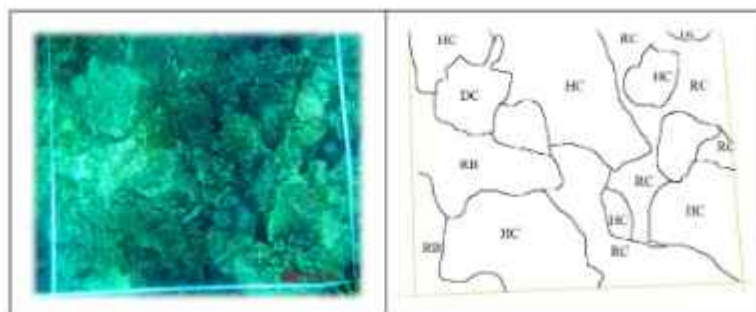
Rajah 3-11: Kaedah PIT, data direkod pada selang jarak tertentu yang telah ditetapkan

- b) rekod panjang setiap objek yang berada di bawah pita ukur (Line intercept transect = LIT)



Rajah 3-12: Menggunakan kaedah LIT, panjang setiap objek yang berada di bawah pita ditentukan dan direkod.

- c) Kuadrat. Kutipan maklumat dilakukan berpandukan kuadrat atau rangka segi empat sama yang digunakan.



Rajah 3-13: Keluasan kawasan yang diduduki oleh setiap jenis substrat di anggar secara terus atau menggunakan perisian computer.

Kaedah a lebih mudah kerana penyelam cuma merekod objek yang berada di bawah titik tertentu pada pita ukur (kaedah reef check). Objek yang berada pada setiap pertambahan panjang 0.5 m pita akan direkod. Catatan memberikan rekod sebanyak 40 objek pada setiap 20m pita.

Kaedah PIT		
Point	Kategori	
1	SD	
2	HC	
3	HC	
4	SD	
5	HC	
6	RB	
7	RB	
8	HC	
9	HC	
10	HC	
11	HC	
Kategori	Bilangan pemerhatian	%
HC (karang hidup)	7	64
SD (pasir)	2	18
DC (karang mati)	0	0
RB (pecahan karang)	2	18
RC (Batu)	0	0
OT (Lain-lain)	0	0
FS (rumpai makro)	0	0
Jumlah	11	100

Jadual 3-1:
Rekod pemerhatian
lapangan PIT
(Rajah 3.9)

Bagi rekod kaedah kedua pula, panjang setiap objek yang berada di bawah pita ukur akan direkodkan. Proses ini dilakukan bermula dari 0 sehinggalah hujung pita ukur. Data yang akan didapati adalah seperti dalam jadual di bawah;

Pintasan	L (M)	Kategori
0		
1	1	FS
3.7	2.7	HC
4.2	0.5	SD
6	1.8	HC
7.7	1.7	RB
9.2	1.5	HC
11	1.8	HC
Jumlah	11	
Kategori	Jumlah pe	Peratus
HC (karang hidup)	7.8	71
SD (pasir)	0.5	5
DC (karang mati)	0	0
RB (pecahan karang)	1.7	15
RC (Batu)	0	0
OT (Lain-lain)	0	0
FS (rumpai makro)	1	9
Jumlah	11	100

Jadual 3-2:
Rekod pemerhatian
lapangan LIT
(Rajah 3.10)

Kaedah a adalah lebih cepat berbanding kaedah b kerana proses mengukur dan menulis menggunakan kaedah kedua akan mengambil masa yang lebih panjang. Namun begitu kaedah kedua memberikan maklumat yang lebih banyak berkenaan dengan struktur litupan dasar. Kedua-dua maklumat yang didapati akan diubah kepada peratusan litupan dasar semasa laporan disediakan. Perbandingan maklumat yang terkumpul dari kedua-dua kaedah boleh dilihat dalam Rajah 3-14 di bawah. Substrat yang kurang dari julat ukuran PIT mungkin akan tercicir kerana bersaiz kecil.



Rajah 3-14: Perbandingan maklumat yang diperolehi dari kedua-dua kaedah yang digunakan.

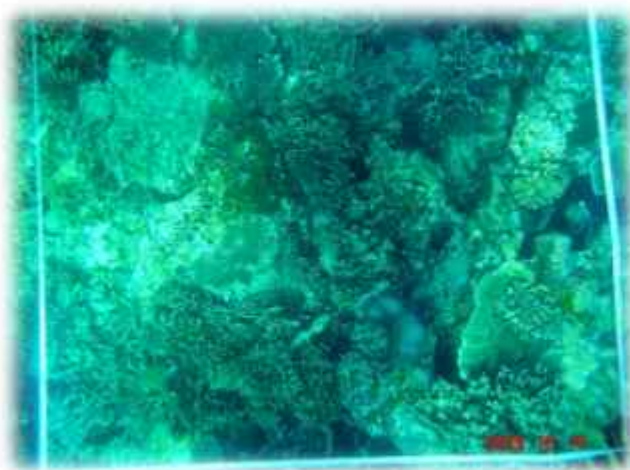
Untuk memudahkan pengumpulan maklumat dilakukan, objek-objek yang mempunyai kepentingan telah ditentukan oleh penyelidik terumbu karang. Objek-objek ini menjadi penunjuk kepada keadaan sesuatu terumbu seperti jumlah batu karang hidup dan jumlah litupan pasir. Objek-objek yang perlu direkod dikelaskan kepada kategori umum seperti berikut (Hodgson et al., 2006)

Jadual 3-3: Kategori jenis dasar yang di rekod

Kod	Jenis	Nota	Contoh
HC	Hard coral	Karang keras yang hidup (termasuk karang api (Millepora), karang biru (Heliopora) dan karang organ paip (Tubipora) yang turut membentuk terumbu.	
SC	Soft coral	Karang lembut: termasuk zoanthids, tetapi anemon laut tidak termasuk kerana ia dimasukkan dalam kumpulan lain-lain.	
RKC	Recently killed coral	Karang yang baru mati: Karang yang baru mati masih dalam bentuk asal berwarna putih dengan struktur corallite masih boleh dikenali dan hanya ditumbuhi dengan sedikit lumut laut.	
FS	Fleshy seaweed	Rumpai makro/besar: Rumpai laut yang bersaiz besar dan mudah dilihat. Rumpai yang kecil dan mempunyai rangka agak keras dengan bahan kalsium (coraline algae) tidak termasuk dalam kumpulan ini.	
SP	Sponge	Sponge: Semua jenis sponge laut (tidak termasuk tunicates)	
RC	Rock	Batu: Sebarang dasar keras sama ada diselaputi dengan alga, teritip atau tidak. Karang mati melebihi setahun atau tidak lagi menunjukkan ciri-ciri corallite yang boleh dikenalpasti juga termasuk dalam kumpulan ini.	
RB	Rubble	Batu-batu kecil: Karang dan batu bersaiz diantara 0.5 dan 15 cm diameter. Sekiranya saiz melebihi 15 cm termasuk dalam kategori batu, kecil dari 0.5 cm dikategorikan sebagai pasir.	
SD	Sand	Pasir:	
SI	Silt/clay	Selut: tanah paling halus di laut	
OT	Other	Lain-lain: organisma lain dan benda bukan hidupan	

Maklumat yang lebih terperinci boleh ditambah kepada data yang dikumpulkan sekiranya penyelidik yang menjalankan kajian adalah seorang yang terlatih atau pakar kajian substrat. Maklumat asasi HC boleh diperincikan kepada genus seperti *Porites* sp, *Acropora* sp atau lain-lain. Sekiranya penyelidik yang terlibat seorang pakar taksonomi karang maklumat yang lebih tepat seperti genus dan spesies boleh ditentukan semasa kajian dijalankan. Nama spesies karang seperti *Tubastrea aurea*, *Tubastrea micranta*, *Porites lobata* boleh dimasukkan dalam maklumat yang dikumpulkan.

Kaedah c lebih subjektif kerana memerlukan anggaran daripada pengguna kuadrat tersebut. Karang yang berada didalam rangka kuadrat yang digunakan perlu dianggarkan mengambil berapa luas ruangan di dalam kuadrat. Hal ini banyak bergantung kepada penyelidik untuk membuat keputusan substrat di kawasan yang bertindih perlu dikira dalam kuantiti tertentu.



Rajah 3-15: Kuadrat yang disediakan untuk kutipan data

Jadual 3-4: Perbandingan di antara kaedah survei yang dijalankan

	Kuadrat	Kuadrat fotografi	Transek garisan
Peralatan	Secara relative adalah murah	Berkemungkinan kos yang tinggi, bergantung kepada peralatan yang digunakan	Murah
Kadar Kesukaran	Senang dilaksanakan oleh orang yang terlatih	Mungkin sukar disediakan bergantung kepada peralatan yang digunakan. Persediaan dengan kaedah mudah boleh dilakukan	Kerja yang banyak dan menjemukan, perlu dilakukan oleh penyelam yang terlatih
Kesan kerosakan kepada terumbu	Risiko yang kecil di kawasan yang mempunyai karang yang tinggi	Bergantung kepada peralatan yang digunakan. Berisiko tinggi di kawasan terumbu yang kompleks	Sukar untuk mengelakkan kerosakan pada karang terutamanya di kawasan karang bercabang
Data yang diperolehi	Dengan menggunakan grid ukuran peratus litupan, kepelbagaian spesies, kepadatan dan saiz boleh didapati dengan baik	Boleh digunakan untuk membuat anggaran peratus litupan, kepelbagaian spesies, kelimpahan relatif, kepadatan dan saiz	Dapat mengukur semua kawasan permukaan di bawah garisan, menentukan peratus litupan, kepelbagaian spesies, kelimpahan relative, dan indeks kawasan
Had atau limitasi	Tidak dapat digunakan untuk mengira 'spatial relief' dan sukar di kawasan karang jenis tanduk rusa atau bercabang	Tidak dapat menentukan ruang timbul/lekek	Tidak dapat menentukan kepelbagaian spesies dan saiz koloni, tidak sesuai di kawasan di mana koloni karang bertabur secara jarang
Kegunaan data	Data boleh terus digunakan sebaik sahaja penyelam naik ke darat	Ukuran tidak dapat ditentukan sehingga gambar tersebut didigitize ke dalam perisian komputer	Data sedia diguna sebaik sahaja penyelam naik ke darat
Kebolehan kajian diulangi	Senang diulangi terutamanya oleh orang yang sama atau mempunyai kemahiran yang sama	Untuk kuadrat foto yang kekal, ketepatan bergantung kepada peralatan yang digunakan dan keupayaan untuk mendapatkan foto pada kedudukan yang sama.	Transek tidak dapat diletakkan di tempat yang sama sekiranya kajian akan dijalankan pada masa yang lain.
Pengiraan peratus litupan	Senang dikira secara manual	Proses mendigitize gambar mengambil masa yang lama tanpa penggunaan computer, termasuk juga menggunakan kaedah titik secara rawak	Mudah dikira secara manual sekiranya diperlukan

BAB 4

Analisis Data

Data yang dikumpulkan dari aktiviti survei perlu dianalisis untuk memberikan maklumat yang bermakna. Selain dari itu ia juga perlu dipersembahkan menggunakan kaedah yang mudah, jelas dan difahami. Analisis data boleh dilakukan dengan menggunakan beberapa kaedah dan perisian. Perisian yang paling mudah digunakan adalah dengan menggunakan perisian excel. Data yang dikutip boleh dimasukkan dalam perisian dan maklumat statistik ringkas boleh dijana menggunakan perisian ini.

Maklumat statistik ringkas yang boleh dijana ialah seperti purata, jumlah, standard error dan standard deviation. Menggunakan maklumat yang didapati ini carta dapat dijana untuk menunjukkan hasil pemerhatian yang dilakukan dengan menggunakan rajah seperti carta bar atau carta pai (Rajah 4.1).

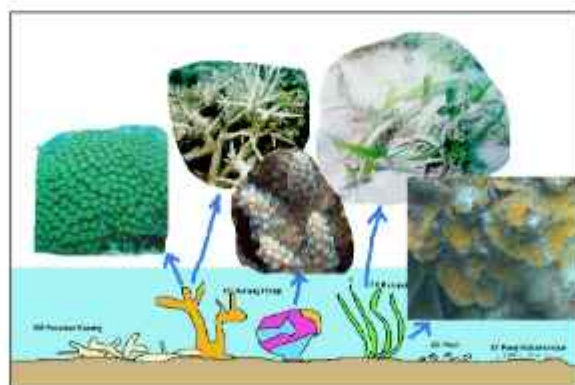


Rajah 4-1: Hasil analisis data yang dikutip

4.1 Mengutip Data yang Diperlukan

Data yang akan dikutip semasa kajian dijalankan perlu ditentukan terlebih dahulu sebelum sebarang aktiviti lapangan dijalankan. Maklumat yang akan dikumpulkan adalah berkait rapat dengan objektif kajian dijalankan seperti untuk menentukan peratus batu karang hidup, taburan spesies batu karang tertentu atau kesan sesuatu aktiviti terhadap terumbu karang. Kategori objek yang diberikan dalam bab 3 adalah umum dan boleh diperincikan oleh penyelidik yang akan menjalankan kajian.

Sekiranya penyelidik ialah pakar dalam spesies batu karang, beliau boleh mengembangkan kategori karang hidup HC kepada spesies batu karang seperti *Porites lutea*, *Acropora palmata* dan lain-lain lagi (Rajah 4-2). Ini akan memberikan maklumat yang lebih terperinci kepelabagaan spesies karang hidup di lokasi kajian. Sebaliknya seorang penyelidik yang pakar berkenaan dengan spesies rumpai makro boleh mengembangkan kategori rumpai FS kepada spesies rumpai laut yang diketahuinya seperti *Kappaphycus* sp., *Gracillaria* sp. dan *Padina* sp. Maklumat yang terperinci yang boleh diperolehi semasa kajian dijalankan adalah sangat banyak bergantung kepada kepakaran penyelidik yang menjalankan kajian tersebut.



Rajah 4-2: Maklumat tambahan boleh didapati dari penyelidik yang pakar

Borang yang perlu disediakan untuk kajian yang akan dijalankan terbahagi kepada dua bahagian yang utama iaitu borang kutipan data lapangan dan borang untuk analisa data. Borang kajian lapangan perlu dicetak pada kertas kalis air untuk dibawa semasa menyelam atau dilakar pada papan kalis air yang digunakan. Sekiranya hanya dilakar pada papan kalis air,

penyelidik perlu memindahkan kepada kertas atau buku nota lapangan sebelum kajian dijalankan di lokasi kedua untuk mengelakkan kehilangan data terutamanya aktiviti yang melibatkan ramai anggota penyelidik.

Selain maklumat terumbu yang dikutip, maklumat-maklumat sokongan seperti data GPS lokasi kajian, tarikh, masa, nama perekod, tujuan kajian, cuaca semasa kajian dan lain-lain juga diperlukan. Maklumat ini akan membantu penyelidik yang akan datang untuk mengesan semula lokasi kajian menentukan perbezaan persekitaran yang berlaku dan punca-punca kemerosotan atau kejayaan sesuatu terumbu karang.

4.2 Borang Kutipan Data dan Jenis Data

Borang maklumat kaedah transek LIT secara umumnya mempunyai dua bahagian yang pertamanya borang maklumat persekitaran dan borang maklumat transek LIT (Jadual 4-1). Borang maklumat persekitaran akan menunjukkan lokasi, kedalaman, juru rekod, masa, tarikh dan lain-lain lagi. Manakala borang maklumat juga terdiri dari borang maklumat lapangan dan borang maklumat yang telah di proses seperti dalam jadual 4-2.

Jadual 4-1: Borang data LIT yang digunakan semasa survei dijalankan di laut. Panjang transek yang digunakan ialah dua meter (sebagai contoh). Bahagian objek yang direkod boleh dijadikan lebih terperinci oleh pakar karang, rumpal dan karang lembut.

Ukuran	Panjang objek (intercept/length across)	Kategori	
0-20cm	20cm	HC	Batu karang hidup / Porites lutea / Acropora sp. / Diploastrea heliopora (bergantung kepada kepakaran)
20-28.5cm	8.5cm	Pasir	
28.5-35.5cm	7cm	SC	Karang lembut / juncella / dendronephthya
35.5-200cm	164.5cm	Pasir	

Data yang akan dianalisis perlu dimasukkan ke dalam program analisa data menggunakan kaedah yang teratur. Setiap program statistik mempunyai kaedah susunatur data yang tetap. Semua data yang diperolehi boleh dimasukkan ke dalam program excel dengan tersusun sebelum dihantar ke program statistik (Jadual 4-2). Ini kerana kebanyakan program statistik sekarang boleh menerima data-data yang telah disimpan dalam program excel.

Jadual 4-2: Contoh data kajian untuk satu transek 50 m yang dilakukan dari program excel

TranSect	Kategori	Perbezaan	L	HC	L	SC	L	RKC	L	PS	L	SP	L	RC	L	RB	L	SD	L	OT	L	DC
0																						
30	DC	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3 0
150	HC	120	1	2 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
290	RB	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4 0	0	0	0	0	0	0
580	HC	290	1	2 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
620	RC	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4 0	0	0	0	0	0	0	0	0
1580	HC	960	1	9 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1620	RKC	40	0	0	0	0	1	4 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1840	HC	220	1	2 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1870	RC	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3 0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	HC	130	1	1 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2050	RC	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5 0	0	0	0	0	0	0	0	0
2660	HC	610	1	6 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2750	RB	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9 0	0	0	0	0	0	0
2890	HC	140	1	1 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2950	RB	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0		
3200	HC	250	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3270	SC	70	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3580	HC	310	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3630	SD	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0		
3750	HC	120	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3820	RB	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0		
3890	HC	70	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4050	RB	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6	0	0	0	0	0		
4120	HC	70	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4280	RB	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6	0	0	0	0	0		
4520	HC	240	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4570	OT	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0		
4610	RB	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0		
5000	HC	390	1	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Jumlah		5000		3	9	2	0	7	0	4	0	0	0	0	1	2	7	2	0	5	0	5	0	3	0

4.3 Analisis Data

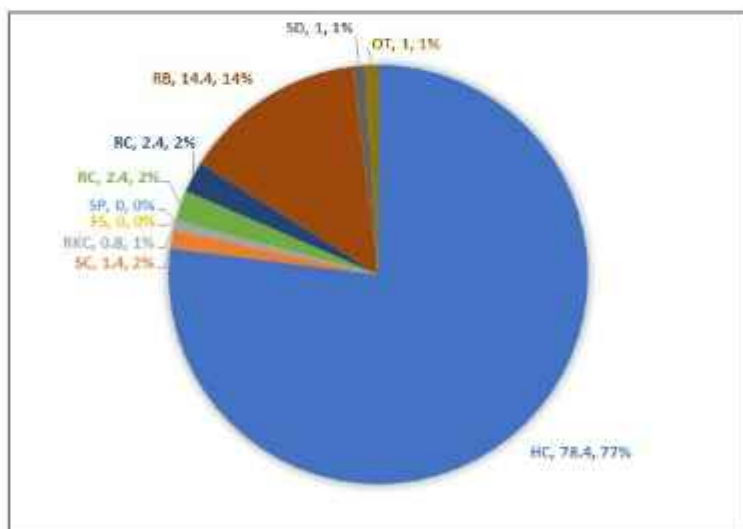
Analisis jumlah, purata, s.d. dan s.e merupakan maklumat awal yang boleh diperolehi dari data yang telah dikutip. Maklumat ini akan menunjukkan jumlah litupan karang hidup di sesuatu kawasan dan perbandingan ringkas dapat dilakukan sekiranya kajian dilakukan di beberapa lokasi. Ia akan menunjukkan secara kasar lokasi manakah yang mempunyai karang hidup yang lebih tinggi.

Jadual 4-3: Kiraan peratus objek berdasarkan kategori yang ditetapkan dari keputusan kajian Jadual 4-2

HC	SC	RKC	FS	SP	RC	RC	RB	SD	OT
78.4	1.4	0.8	0	0	2.4	2.4	14.4	1	1

4.4 Hasil Analisis Data

Dari analisis data yang telah dijalankan dan peratus objek yang direkod carta pai diplot berdasarkan hasil yang didapati. Penilaian asas data yang didapati boleh dilakukan dengan menggunakan program excel. Data boleh dipaparkan dalam bentuk carta yang bersesuaian seperti carta bar, carta pai dan carta gabungan antara bar dan garisan (Rajah 4-3). Ini akan memberikan gambaran awal keadaan terumbu karang dari beberapa lokasi yang dikaji.



Rajah 4-3: Data juga oleh diringkaskan dalam bentuk carta pai

Analisis seterusnya data boleh dilakukan dengan menggunakan perisian statistic seperti Statistica atau SPSS untuk menguji kewujudan perbezaan taburan batu karang hidup di antara di beberapa lokasi. Berdasarkan analisis yang dilakukan kita boleh menentukan kekuatan perbezaan tersebut secara statistic.

Hasilnya maklumat tersebut boleh digunakan untuk menjawab hipotesis kajian untuk menentukan wujudnya perbezaan taburan di antara lokasi kajian yang dilakukan. Maklumat tambahan yang dikutip mungkin boleh digunakan untuk menentuka sebab perbezaan taburan tersebut seperti semulajadi, kesan pencemaran atau laian-lain punca.

Semua lokasi kajian boleh memberikan hasil litupan karang hidup yang tinggi namun ia tidak menunjukkan berapa luas terumbu karang yang di kaji. Terumbu yang kecil walaupun mempunyai taburan karang hidup yang tinggi tidak dapat memberi sumbangan sebaik terumbu yang luas dan mempunyai taburan karang yang sama atau kurang. Ini disebabkan oleh kewujudan ruangan habitat yang lebih banyak di kawasan terumbu karang yang lebih luas.

4.5 Kesimpulan dari Kajian yang Dijalankan

Sekiranya hasil kajian menunjukkan bahawa 79% daripada transek yang dijalankan ialah HC atau batu karang hidup, merujuk kepada Jadual 1-1 dalam dalam bab pertama, ia menunjukkan bahawa kawasan kajian ialah kawasan yang mempunyai taburan batu karang yang tinggi. Kawasan ini mempunyai terumbu karang yang sihat dan memerlukan pengawasan yang teliti sebagai langkah pemuliharaannya.

BAB 5

PENGUTIPAN DATA SAMPINGAN

Selain dari data yang dikumpulkan menggunakan kaedah scuba dan snorkelling, data samping boleh diperoleh menggunakan kaedah lain seperti pengambilan gambar foto terperinci spesies yang ditemui. Data yang diambil menggunakan peralatan fotografi digital memerlukan aktiviti tambahan untuk memproses gambar tersebut. Aplikasi komputer seperti Photoshop dan CPCe digunakan untuk menjelaskan lagi gambar yang diambil untuk tujuan analisis.

Aktiviti dibahagikan kepada dua bahagian iaitu kerja lapangan untuk mendapatkan gambar foto dengan semua penanda/tagging yang diperlukan seperti skala dan kedalaman diikuti bahagian kedua iaitu pemprosesan data. Semua gambar memerlukan kaedah penandaan yang teliti supaya tidak menimbulkan kekeliruan semasa data di proses. Pengutipan data secara manual juga perlu dilakukan sebelum maklumat dari kaedah analisis foto memberikan hasil yang dikehendaki. Ini bertujuan supaya sekiranya berlaku kegagalan system fotografi atau peralatan berlaku, data asas untuk semua lokasi telah dikutip secara manual.

5.1 Kaedah Fotografi Bawah Air

Kemajuan dalam teknologi fotografi telah menyebabkan peralatan kamera yang beresolusi tinggi menjadi semakin kecil dan mudah dibawa kemana-mana. Kaedah fotografi dalam kajian saintifik merupakan satu kaedah yang penting dalam mengumpulkan pelbagai maklumat dengan cepat. Kaedah ini dapat digunakan untuk merekod keadaan terumbu karang, perubahan struktur dan kesan dari aktiviti manusia dan semulajadi. Untuk menjadikan setiap gambar yang diambil bermakna, maka data seperti lokasi, tarikh, sudut bukaan kamera dan lain-lain maklumat penting direkod untuk setiap gambar yang diambil. Penggunaan

kamera semasa merekod gambar terumbu karang bertujuan untuk mendapatkan maklumat kualitatif dan kuantitatif (Caroline et al., 1978).

Kamera yang biasanya digunakan untuk tujuan fotografi bawah air ialah seperti Olympus siri TG 6 dan SLR canon (Rajah 5-1).



Rajah 5-1: Kamera yang sering digunakan semasa kajian dijang.

Kamera yang diminati oleh pengguna amatur dan separa profesional untuk tujuan mengambil gambar bawah air. Kamera ini terbina dengan kemampuan untuk merakam gambar pegun dan video. Selain itu, kamera ini juga mempunyai tetapan untuk mengambil gambar lebar atau memokus kepada objek-objek mikro dan juga mempunyai aksesori tambahan seperti lampu dan lensa (Rajah 5-2).



Rajah 5-2: Lampu tambahan diperlukan untuk mengambil gambar di dalam air terutamanya waktu malam atau di tempat yang dalam.

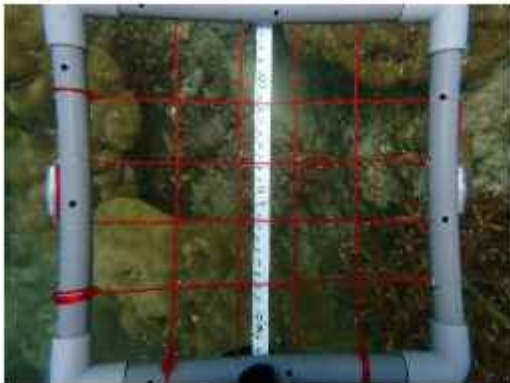
Kamera SLR ialah peralatan yang biasanya digunakan oleh jurugambar profesional untuk tujuan mengambil gambar bawah air. Fotografi bawah air akan menjadi lebih cantik dan jelas dengan menggunakan aksesori lampu tambahan yang mencukupi. Kamera jenis ini juga boleh digunakan untuk tujuan mengambil gambar video bawah air. Peralatan kamera bawah air yang digunak oleh jurugambar professional berharga sangat mahal dari harga seminima RM 50 ribu sehingga boleh mencapai ratusan ribu ringgit.

Prosedur persampelan

1. Pita ukur kalis air diletakkan di sepanjang zon yang akan di sampel dengan pancang kekal di awal dan di akhir transek. Kedudukan transek direkod menggunakan GPS untuk tujuan kajian pada masa yang akan datang.
2. Kuadrat boleh diperbuat dari pvc, aluminium atau besi tahan karat diletakkan pada setiap selang 1 m dan dirkam menggunakan kamera. Gambar yang diambil perlu jelas, menunjukkan jarak pada pita ukur sebagai rujukan.
3. Penanda perlu ditetapkan supaya jarak di antara setiap kuadrat menjadi tetap.
4. Setiap gambar perlu dipastikan jelas sehingga boleh dikenal pasti jenis dasar dan ukuran pita ukur.
5. Gambar yang telah diambil dipindahkan ke dalam perisian computer dan di analisis menggunakan perisian CPCe yang memberikan no rawak pada gambar.
6. Hasil penelitian dimasukkan ke dalam aplikasi CPCe dan peratus litupan di kira.

Untuk tujuan merekod data semasa kajian, gambar yang diambil mesti mempunyai skala yang akan menunjukkan saiz objek yang diambil. Skala ditentukan dengan menggunakan beberapa cara seperti meletakkan pembaris atau objek yang diketahui saiznya di sebelah objek yang diambil gambar. Selain itu, lampu penunjuk laser boleh digunakan untuk menunjukkan saiz objek.

Sampel gambar foto diambil sepanjang transek menggunakan kuadrat atau dengan menetapkan keluasan gambar yang akan diambil (Rajah 5-3). Biasanya gambar akan diambil setiap meter menggunakan kaedah PIT (Point Intercept Transect).



Rajah 5-4 :
Gambar kuadrat
untuk tujuan analisis
taburan karang



Rajah 5-5:
Kuadrat boleh
disediakan menggunakan
pita ukur yang di bawa



Rajah 5-6:
Data dikutip
menggunakan kaedah
fotografi atau video

5.2 Kaedah Videografi Bawah Air

Video di bawah air yang sesuai untuk kajian lapangan kerana kawasan yang besar dapat dipetakan dengan cepat dan kaedah ini boleh digunakan tanpa latihan yang banyak. Ia juga menghasilkan rekod visual yang kekal.

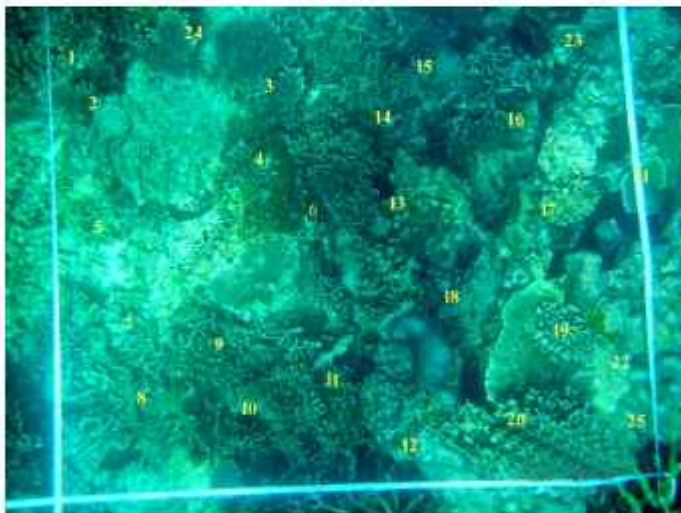
Kamera video kalis air atau menggunakan sarung kalis air dapat digunakan untuk menjalankan persampelan menggunakan kaedah ini. Teknologi peralatan video terkini kamera seperti GOPRO, HD mini dan sebarang kamera digital kalis air dapat digunakan. Kamera boleh dipegang oleh penyelam scuba, snorkeller atau di tarik menggunakan bot kecil dengan pemasangan tertentu seperti kedalaman tetap dan jarak antara kamera dan dasar yang tertentu. Sudut bukaan kanta, jarak dengan substrat yang direkod dapat digunakan untuk menganggar keluasan gambara yang di rekod. Merekod menggunakan penyelam dan penanda kuadrat yag tetap pula membolehkan saiz bingkai, saiz sampel dapat ditentukan dengan lebih cepat.

Data dianalisis menggunakan kaedah 'VPS' (Video Point Sampling) perisian, yakni pengendali boleh menghentikan bingkai video pada tempoh tertentu atau bilangan tertentu dan mula mencatatkan jenis substrat pada gambar dan membuat anggaran peratus taburan. Selain itu, pada layar komputer juga boleh diletakkan beberapa titik penanda untuk persampelan bagi menplawaikan bilangan dan lokasi yang perlu direkod semasa menjalankan persampelan di studio.

Kelemahan utama penggunaan kaedah video adalah kos peralatan dan kemudahan pemprosesan. Pengecaman spesies secara terperinci juga sukar dilakukan menggunakan gambar video. Kebanyakan penyelidik boleh menganggarkan substrat sehingga peringkat taksa atau mungkin genus bagi spesies-spesies yang pasti.

5.3 Bagaimana Mengekstrak data Kuantitatif dari Gambar foto

Sampel yang dikutip menggunakan kaedah foto pegun atau gambar video akan dianalisis menggunakan kaedah CPCe (Coral Point Count) untuk tujuan mendapatkan data dari gambar atau video yang telah diambil (Lecchini and Bala, 2008) (Kohler & Gill, 2006). Setiap gambar atau frame video akan di analisis menggunakan perisian yang disediakan dalam kaedah ini. Setiap titik di dalam gambar akan diberikan nombor secara rawak dan objek yang terdapat pada no. tersebut akan dikenal pasti adakah ia karang, karang lembut, batu atau pasir berdasarkan kaedah pengkelasan dasar yang digunakan. Maklumat yang didapati akan dimasukkan ke dalam perisian excel dan dianalisis peratus taburan setiap jenis substrat.



Rajah 5-7: kutipan data dari gambar kuadrat menggunakan kaedah point sampling

Program CPCe yang boleh digunakan untuk membuat persampelan kuadrat gambar yang diambil semasa kajian dijalankan. Maklumat lokasi, bilangan titik persampelan dan maklumat yang akan disampel akan dinyatakan didalam program yang guna.

Jadual 5-1: Data yang dikumpulkan dari kuadrat di masukkan ke dalam perisian excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Peta/kuadrat									
2	Titik sampel	Kategori	Kategori	Kategori	Kategori	Kategori	Kategori	Kategori	Kategori	Kategori
3	1	HC	SD	HC	FS	HC				
4	2	HC	SD	HC	FS	HC				
5	3	HC	SD	HC	FS	HC				
6	4	HC	SD	HC	FS	HC				
7	5	HC	SD	HC	FS	HC				
8	6	HC	SD	HC	FS	HC				
9	7	HC	SD	HC	FS	FS				
10	8	HC	FS	HC	FS	FS				
11	9	HC	FS	HC	FS	FS				
12	10	HC	FS	HC	FS	FS				
13	11	HC	FS	HC	FS	FS				
14	12	HC	FS	DC	FS	FS				
15	13	SD	SD	DC	FS	FS				
16	14	SD	SD	DC	FS	FS				
17	15	SD	SD	DC	SD	SD				
18	16	SD	SD	DC	SD	SD				
19	17	SD	SD	DC	SD	SD				
20	18	FS	SD	DC	SD	SD				
21	19	FS	DC	DC	SD	SD				
22	20	FS	DC	FS	SD	SD				
23	21	FS	DC	FS	SD	SD				
24	22	FS	DC	FS	SD	SD				
25	23	DC	DC	FS	SD	SD				
26	24	DC	DC	FS	SD	FS				
27	25	DC	DC	FS	SD	FS				
28	Ringkasan									
29	HC		12	0	11					
30	SD		5	13	0					
31	FS		5	5	6					
32	DC		3	7	8					
33	Jumlah		25	25	25					
34										
35										

Hasil dari penelitian setiap gambar akan di dimasukkan ke dalam perisian excel dan boleh di analisis menggunakan kaedah statistik yang boleh di dapati di dalam excel. Data yang didapati juga boleh dipindahkan kepada perisian statistik yang lain seperti Statgraphic dan SPSS.

Jadual 5-2: Ringkasan dari data yang dikumpul

	A	B	C	D	E	F	G	H
10								
11	Nama transect	transect 1	transect 2	transect 3	transect 4			
12	bilangan frame	1	1	1	1			
13	Jumlah titik sampel	25	25	25	25			
14	Jumlah titik sampel (- bayang pita ukur)							
15	Kategori utama(% dari transect)					Purata	s.d	s.e
16	Karang							
17	gorgonian							
18	span							
19	zoanthid							
20	makroalga							
21	hidupan lain							
22	karang mati dengan alga							
23	alga coralline							
24	karang berpenyakit							
25	pasir batu dan selut							
26	tidak dikenalpasti							
27	pitak sikur atau bayang							
28	Jumlah							
29								
30								
31	Sub-kategori (% dari transect)					Purata	s.d	s.e
32	Karang							
33	Acropora							
34	Porites							
35	Porites							
36	Montipora							
37	Fungia							
38	Lobophyllia							

Maklumat yang didapati akan menunjukkan jenis dasar di kawasan kajian seperti taburan karang hidup, karang lembut dan lain-lain lagi. Seterusnya maklumat ini boleh dimasukkan ke dalam laporan yang disediakan.

5.4 Analisis dan Kesimpulan Hasil Kajian

Semua data yang telah dikumpulkan sama ada secara manual atau digital perlu diubah kepada bentuk data digital yang boleh dianalisis menggunakan perisian excel atau statistik yang lain. Secara ringkas hasil dari analisis data akan dirujuk kepada Jadual 1.1 sebagai panduan untuk pengelasan kawasan terumbu yang dikaji.

Selain daripada itu maklumat terperinci yang boleh disimpulkan dari maklumat yang didapati seperti spesies yang dominan, ancaman utama dan lain-lain boleh didapati dari data yang dikutip. Video dan foto yang di ambil semasa kajian dijalankan boleh juga digunakan untuk mendapatkan maklumat tambahan lokasi kajian.

Dengan menggunakan kaedah yang standard hasil kajian boleh dibandingkan di antara lokasi dari kumpulan pulau yang sama atau pulau yang lain. Perbezaan peratus litupan karang hidup dapat di bandingkan.

Namun begitu maklumat yang didapati perlu juga digunakan secara berhati-hati kerana peratus litupan karang yang tinggi tidak semestinya mencerminkan keluasan kawasan terumbu karang yang terdapat di sesuatu kawasan. Pulau yang mempunyai terumbu yang luas tetapi mendapat peratusan litupan karang yang rendah mempunyai impak yang melebihi dari pulau yang mempunyai terumbu yang kecil tetapi mempunyai peratusan litupan karang yang tinggi.



Rajah 5-8: Kuadrat kekal yang ditinggalkan di laut boleh menunjukkan tumbesaran batu karang yang lebih baik

RUJUKAN

Caroline et al. (1978). Coral Reef Monitoring Manual for the Caribbean and Western Atlantic. *New Phytologist*, 80(1), 209–218.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1978.tb02283.x>

Chelliah, A. J., Chen, S. Y., Affendi, Y. A., Kee Alfian, A. A., & Hyde, J. (2014). Status of reefs in selected southeast asia countries. 24.

Comley, J., Walker, R., Coordinator, M. S., Wilson, J., Scientist, P., Ramsay, A., Smith, I., Raines, P., Cay, C., Tower, T., & Parks, M. (2004). Malaysia Coral Reef Conservation Project (Vol. 44, Issue December 2004).

Denoble, P. J. (2019). DAN annual diving report 2019 edition. In A report on 2017 diving fatalities, injuries, and incidents.

English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. (1998). Survey manual for tropical marine resources. Second edition. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Second Edition.

Flemming, N. (1990). *Scientific Diving : A General Code of Practice* (Ed . with M . Max). January 1990.

Graham, N. A. J., Robinson, J. P. W., Smith, S. E., Govinden, R., Gendron, G., & Wilson, S. K. (2020). Changing role of coral reef marine reserves in a warming climate Nicholas. *Nature Communications*, 2020, 1–8.
<https://doi.org/10.1038/s41467-020-15863-z>

Hodgson, G., Kiene, W., Mihaly, J., Liebeler, J., Shuman, C., & Maun, L. (2006). Reef Check Instruction Manual: A Guide to Reef Check Coral Reef Monitoring. In *Futures*.
<https://doi.org/10.3109/0142159x.2012.684914>

Ilias, Z. (2021). berita perikanan masa menyelam dan sultan20220404.pdf. In *Berita perikanan jabatan perikanan Malaysia* (p. 5). dof malaysia.

RUJUKAN

Jolis, G., & Saleh, E. (2015). Climate Change Vulnerability Assessment of Semporna Priority Conservation Area (PCA) WWF-Malaysia Semporna PCA Project Report with Universiti Malaysia Sabah (Issue June).

Keith Raymond. (1942). Scuba Diving Physiology.

Kohler, K. E., & Gill, S. M. (2006). Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers and Geosciences*, 32(9), 1259–1269.
<https://doi.org/10.1016/j.cageo.2005.11.009>

Kur, J., & Mioduchowska, M. (2018). Scientific diving in natural sciences. *Polish Hyperbaric Research*, 65(4), 55–62.
<https://doi.org/10.2478/phr-2018-0024>

Lecchini and Bala. (2008). WORKSHOP REPORT CORAL REEF ECOLOGY AND SURVEY METHODS University of the South Pacific. November.

Sayer, M. (2005). The international safety record for scientific diving. *South Pacific Underwater Medicine Society Journal*, 35(3), 117–119.

Tardy, E. (1990). Survey of Selected Benthic Invertebrates Author : Tardy , Emmanuel Source : A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Northeastern Lagoon from Touho to Ponérihouen, Province Nord, New Caledonia :

Yusuf, Y., Ali, A., & Illias, Z. (2002). Coral reef fish of Pulau Payar and Pulau Perhentian. In *Coral Reef Management in Malaysia*.

Point Intercept Transect, 63
 Acropora, 13, 15, 16, 69, 72, 74
 Acroporidae, 15
 Animalia, 15
 Anthozoa, 15
 Ahol, 14
 Barotrauma, 50
 Broadcast, 17
 Cnidaria, 15
 Dci, 53, 54
 Decompression, 11
 Embolism, 52
 Emfisema, 52
 Fotografi, 4, 6, 33, 36, 60, 70, 79, 80, 84
 Fotosintesis, 16, 23, 25
 Google Earth, 4, 32, 38, 39
 Hodgson, 67, 90
 Jabatan Laut, 5, 20
 Jadual Pasang Surut, 5, 20
 Karang, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 47, 50, 56, 58, 59, 61, 62, 67, 69, 70, 72, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 83, 86, 88, 89
 Karang Keras, 22
 Karang Lembut, 5, 21, 22, 68

 Kuadrat, 6, 33, 60, 61, 64, 69, 71, 81, 82, 83, 85, 86, 87
 Line Intercept Transect, 64
 Lit, 6, 64, 66, 73, 74
 Littoral, 18
 Littorinidae, 18
 Mediastinum, 52
 Narkosis, 55
 Nauli, 45
 Padina., 36
 Pit, 6, 63, 65, 66, 82
 Pulau Langkawi, 27
 Reef Check, 33, 90
 Ruang Pleura, 52
 Scleractinia, 15
 Scuba, 45
 Snorkelling, 45, 48, 50, 55, 79
 Sublittoral, 18
 Surfer, 40
 Tentakel, 17
 Terumbu, 7
 Terumbu Karang Penghalang, 14
 Terumbu Karang Pinggir, 14
 Zon, 5, 7, 18, 19, 35, 59
 Zooxanthellae, 16



**INSTITUT PENYELIDIKAN PERIKANAN
(FRI)**

11960 Batu Maung, Pulau Pinang.

TEL: (604) 626 3925 / 26

FAKS: (604) 626 2210

Website: www.dof.gov.my

<http://fri.dof.gov.my>

ISBN 978-967-2946-27-4



9 789672 946274