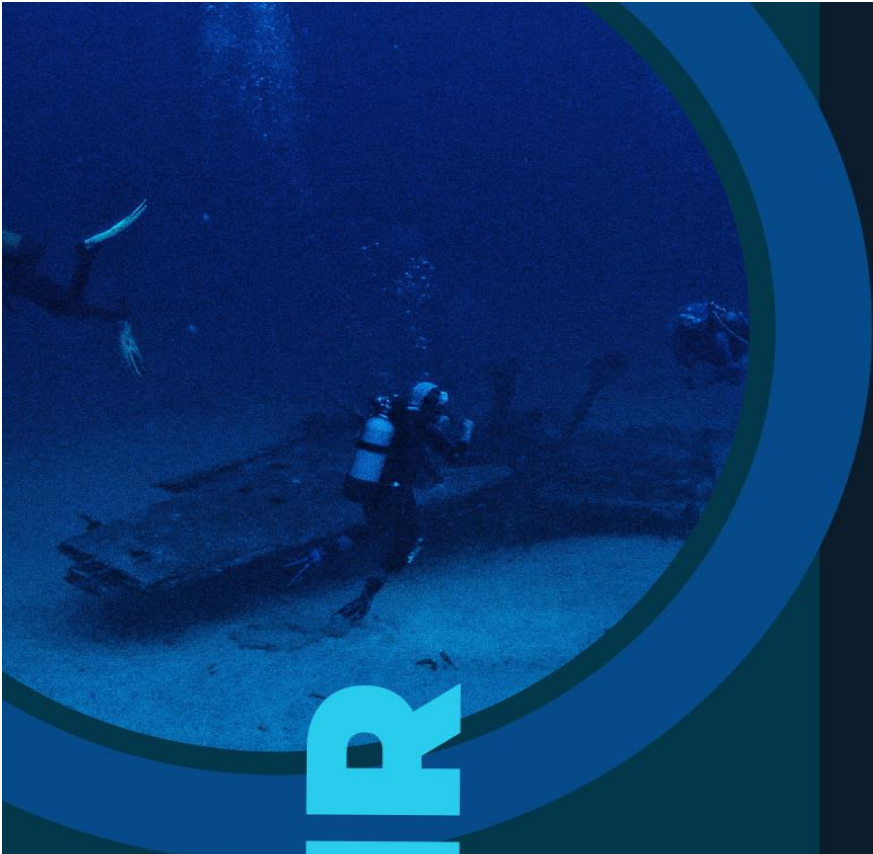


TEKNOLOGI BAWAHAH AIR



H. Palippui
Taufiqur Rachman

A. Dasar-Dasar Penyelaman, Physiology Penyelaman, Pekerjaan-Pekerjaan Bawah Air dan Merancang Operasi Penyelaman

Di zaman sekarang pastinya kita sudah tidak asing lagi dengan teknologi, bahkan teknologi sudah menjadi kebutuhan sehari-hari bagi umat manusia. Berbeda sekali dengan kehidupan di zaman lampau, seluruh aktivitas atau kegiatan dijalankan secara manual tanpa bantuan teknologi sekalipun. Sebagai contoh, saat mengirim informasi dari satu tempat ke tempat lain seseorang menggunakan surat dan mengirimnya melalui kantor pos sehingga membutuhkan waktu yang sangat lama hingga berminggu-minggu. Tetapi sekarang teknologi sudah berkembang pesat, sudah terdapat berbagai macam ponsel yang dapat digunakan untuk mengirim informasi dari satu tempat ke tempat lain, hanya membutuhkan hitungan beberapa menit bahkan detik saja. Bukan hanya dalam kasus ini saja, banyak sekali teknologi yang memudahkan manusia di dunia ini, baik dalam hal kemudahan bertransaksi atau beraktivitas.

Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa teknologi adalah sebuah ilmu atau keterampilan yang diciptakan untuk mengubah sumber daya alam menjadi alat-alat sederhana untuk mempermudah aktivitas atau pekerjaan manusia. Ilmu atau keterampilan dalam proses perubahan sumber daya alam tersebut lebih mengacu pada penyelidikan cara kerja di bidang teknik atau pengetahuan yang dipergunakan dalam pabrik atau industri tertentu.

Ada begitu banyak jenis teknologi di hampir semua bidang kehidupan manusia, salah satunya yaitu teknologi bawah laut. Di mana teknologi bawah laut adalah pemanfaatan peralatan atau operasi yang sepenuhnya tenggelam ke lokasi lepas pantai, laut dalam, atau dasar laut. Penggunaan teknologi bawah laut dapat membantu manusia memperoleh data bawah laut yang akurat sesuai dengan kebutuhannya. Selain itu, penggunaan teknologi bawah laut juga mengurangi resiko kecelakaan yang dapat mengancam keselamatan manusia pada saat melakukan penyelaman.

1. Dasar-Dasar Penyelaman

Menyelam merupakan aktivitas yang dikerjakan di bawah permukaan air dengan atau tidak memakai peralatan selam, untuk mencapai satu tujuan spesifik. Dalam aktivitas penyelaman ada dua tipe aktivitas selam menurut keperluan serta kelengkapannya, yaitu skin diving serta scuba diving. Skin diving adalah penyelaman yang dikerjakan dengan memakai peralatan selam dasar (masker, snorkel serta fins) serta umumnya hanya dikerjakan untuk aktivitas snorkling (menikmati panorama bawah permukaan air) atau mungkin sport diving (penyelaman olahraga). Sedangkan scuba diving adalah penyelaman yang memakai peralatan selam lengkap yang dikenal dengan peralatan SCUBA (Self Breathing Underwater Breathing Apparatus) yang umumnya dipakai untuk aktivitas penyelaman ilmiah (Scientific Diving), penyelaman komersial (engineering dive, ship salvage, inspection & repair), maupun penyelaman yang dikerjakan oleh beberapa marinir untuk aktivitas pertahanan serta keamanan (Tactical/Combat Diving).

Adapun alat yang digunakan pada Skin dive serta Scuba dive, yaitu:

- a. Peralatan Dasar Selam (Skin Dive Equipment)
 - (1) Mask



Mask adalah peralatan selam yang menutupi sebagian wajah terlebih pada daerah mata serta hidung, dengan mempunyai manfaat untuk membuat kantong hawa pada mata serta hidung penyelam pada kolom air sehingga sangat mungkin bagi penyelam untuk bisa

melihat pada daerah kolam air. Menggunakan masker juga bisa menghindari air masuk ke hidung serta mata, sekalian menghindar munculnya iritasi. Mask sebaiknya nyaman serta kedap air, juga memiliki bentuk yang mirip bentuk wajah pengguna. Untuk menguji kekedapannya gunakanlah mask itu dengan tidak menggunakan tali, tarik napas melewati hidung serta lepaskan mask dari tangan. Bila tak jatuh artinya masker itu pas.

(2) Snorkel



Snorkel adalah pipa yang terbuat dari silikon dengan panjang pada 12 hingga 14 inch yang berfungsi untuk alat survival untuk membantu penyelam untuk bernafas dipermukaan air tanpa mengangkat kepala serta melihat panorama di bawah permukaan air. Memiliki bentuk semi- fleksibel dengan tak berpenutup di bagian atasnya.

(3) Fins (Kaki Katak)



Fins adalah alat selam yang mempunyai manfaat yang memberikan kemampuan pada kaki serta suatu perangkat penggerak untuk berenang dengan cepat di perairan. Tetapi, pada hakikatnya fins bukan hanya di buat untuk meningkatkan kecepatan berenang,

tetapi meningkatkan daya kayuh. Dengan memakai alat ini kekuatan renang jadi tambah 10 kali semakin besar di banding tanpa memakainya. Ada tiga jenis tipe fins :

- Foot Pocket

Cocok untuk aktivitas skin diving atau mungkin fins swimming, umumnya lebih fleksibel dengan letak lempeng lebih menyudut, yang mengakibatkan kaki tak mudah lelah. Lebih mudah untuk digunakan atau mungkin melepasnya untuk aktivitas scuba diving, tetapi juga beresiko untuk digunakan pada aktivitas scuba diving lantaran benar-benar rawan terlepas seandainya tersangkut pada karang atau mungkin benda laut yang lain.

- Open Heel

Cocok untuk kegiatan scuba diving, umumnya berlempeng lurus, semi kaku dengan lempeng lebih panjang. Tipe ini memberikan kemampuan semakin besar, tetapi memerlukan waktu penyesuaian untuk otot-otot kaki. Open heel fins ini memiliki keunggulan dalam hal penggunaan atau mungkin melepasnya.

- Adjustable Open Heel

Tipe ini paling cocok untuk digunakan pada scuba diving, lantaran memiliki kantong yang cukup besar untuk kaki yang menggunakan boots (pelindung kaki yang dipakai membuat perlindungan kaki dari daerah berkarang serta berbatu yang terbuat dari karet busa dengan sol keras). Umumnya ada lubang-lubang alur air di bagian atas lempengan itu. Lubang alur air ini mengurangi kelelahan pada kaki yang diakibatkan oleh daerah negatif pada lempengan.

(4) Bouyancy/Life Vest



Adalah rompi yang bisa berisi hawa hingga bisa memberikan daya apung positif untuk pemakainya sepanjang berenang dipermukaan air, karena seorang penyelam bisa bergerak tanpa banyak mengeluarkan tenaga. Rompi ini juga memberikan daya apung agar pengguna bisa beristirahat atau mungkin menyangga pemakainya pada waktu situasi darurat.

b. Peralatan Scuba (Scuba Equipment)

Scuba adalah peralatan pernafasan di bawah permukaan air yang bisa dibawa sendiri oleh penyelam. Perlengkapan scuba menurut sistem kerjanya dibagi jadi 4 sistem :

- Sistem Sirkulasi Tertutup

Satu sistem yang memakai zat asam/oksigen murni yang dibekali penyerap kimia untuk menyingkirkan zat asam arang/CO₂ yang keluar dari paru-paru. Unit ini pada hakekatnya meniupkan kembali O₂ buang hawa ke dalam air. Ini adalah satu sistem tertutup sekalipun. Unit ini penggunaannya terbatas hanya sampai pada kedalaman 33 feet. Pemakaian SCUBA tipe ini dituntut keahlian spesifik lantaran benar-benar beresiko.

- Sistem Sirkulasi Terbuka
Terdiri dari demand regulator serta tabung hawa yang dimampatkan (Compressed Air Tank) yaitu tipe alat scuba yang pada sekarang ini adalah alat yang paling aman dipergunakan. Hawa yang dimampatkan disalurkan melewati regulator ke penyelam, serta hawa yang sudah dihisap dibuang segera ke air tanpa dipergunakan lagi.
- Sistem Sirkulasi Semi Tertutup
Digunakan untuk operasi militer serta adalah gabungan dari sistem-sistem sirkulasi terbuka serta tertutup. Sistem ini memiliki kantong hawa, kotak kimiawi, regulator serta tabung hawa yang dimampatkan. Sistem ini sangat mungkin bagi penyelam militer untuk bekerja pada kedalaman serta periode waktu yang lama. Sistem ini membutuhkan pemanasan yang spesial dan memerlukan peralatan pendukung yang spesial juga, sampai unit ini jarang digunakan umum.
- Sistem Gas-Campuran Sirkulasi Tertutup
Sistem ini benar-benar rumit, membutuhkan pemeliharaan spesial serta cukup mahal. Unit ini memiliki kantong pernafasan, kotak kimiawi serta satu alat elektronis penyaring oksigen yang bisa mengontrol jumlah O₂ pada kedalaman kian lebih 1.000 feet, yang memberikan cukup hawa untuk turun serta naik kembali ke permukaan untuk pekerjaan-pekerjaan ilmiah. Dalam penggunaannya membutuhkan pelatihan yang benar-benar spesial.

Peralatan scuba didalamnya terhitung masker, fins, serta snorkel diluar itu juga ada :

(1) Wet Suit



Baju pelindung penyelam yang saat ini umum digunakan yaitu foam neoprene wet suit, bahan yang terbuat dari karet neoprene yang memiliki gelembung-gelembung busa berudara. Bahan ini tak menyerap air serta di buat dalam beragam ukuran ketebalan bahan. Adapun manfaat alat ini yaitu membuat perlindungan penyelam dari goresan karang serta pengurangan panas tubuh di bawah permukaan air. Tetapi wet suit sekalipun tidak membuat tubuh penyelam menjadi hangat, hanya menghindari penyelam dari kedinginan serta bukan hanya berarti penyelam tak basah.

(2) Weight Belt



Alat ini dipakai untuk mengatur daya apung penyelam. Tiap-tiap penyelam memiliki daya apung yang berbeda. Seorang penyelam di air laut tidak memakai wet suit membutuhkan berat pada 4 s/d 6 pounds untuk mengimbangi daya apung positifnya, tengah apabila memakai wet suit membutuhkan penambahan pemberat pada 10 s/d 12 pounds di atas daya apung normal, hingga jumlah keseluruhan yang dibutuhkan seorang penyelam untuk dapat turun ke bawah berkisar pada 14 s/d 16 pounds. Untuk dasar untuk mempermudah penentuan berapakah berat yang dibutuhkan yaitu 1/10 dari berat tubuh normal untuk wet suit dengan ketebalan 3/16 inch. Weight belt harus dibekali dengan quick release buckle yakni satu gesper pengancing yang bisa dilepaskan dengan cara cepat.

(3) Tabung Selam (Aqualung)



Tabung selam adalah botol hawa yang bertekanan tinggi di buat untuk menampung hawa yang dimampatkan dengan cara aman. Tabung-tabung saat ini di buat dari bahan baja atau mungkin campuran alumunium serta didapat dalam sebagian ukuran. Pada tabung umum ada tulisan-tulisan DOT 3 AA 2250, H 474829, 7 + 89 +. Tulisan itu artinya, tabung ini sudah mempunyai lisensi dari Department of Transportation (DOT) cap ini umumnya adalah product buatan Amerika. 3 AA mempunyai makna tabung memakai kelas serta jenis logam penahan tekanan tinggi (Chromenolybdenum stell – 4130). 2250 adalah tekanan kerja maksimum pada tabung dalam unit Psi, tetapi bisa di isi sampai 2475 Psi. H 474829 adalah nomor seri tabung serta 7 + 89 + adalah tanggal pengujian.

Adapun jenis – jenis type tabung :

- Tabung baja 71,2 cuft : Standart tabung baja yaitu 25 inch panjang, mempunyai berat sangka-sangka 30 Lbs dalam situasi kosong serta dirancang sedemikian rupa hingga bisa melayang di air laut. Apabila hawa dimampatkan atau mungkin dipompa kedalam tabung hingga tekanan maksimum sebesar 2250 Psi itu artinya sangka-sangka 65 cuft hawa bebas yang ditampungnya. Serta jika di isi sampai melampaui 10 Persen yakni 2475 Psi, artinya tabung ini umumnya dimaksud tabung selam satandar 71 kubik feet (71 cubic feet satandart diving tank).
- Tabung alumunium 71,2 cuft : Silinder alumunium 71,2 cuft, panjang 28 inch serta memiliki berat sangka-sangka 27 Lbs dalam situasi kosong. Tabung ini 3 inch lebih panjang serta lebih mudah di banding tabung baja dengan ukuran yang sama. Tekanan maksimum tabung yaitu 2475 Psi. Sinyal A+ untuk pengisian lebih 10 Persen tak dibutuhkan. Silinder alumunium ditanggung anti karat serta sistem perapuhan tak perlu di khawatirkan lagi. Hingga saat ini tabung scuba alumunium di buat di amerika oleh Luxver Ltd.
- Tabung alumunium 3000 Psi 72,0 cuft : Tabung ini panjangnya 26 inch, beratnya 30 Lbs serta berbobot netral dalam air laut. kapasitas tabung yaitu 72,0 cuft pada tekanan maksimum 3000 Psi ada tekanan 2475 Psi tabung bakal diisi kurang lebih 60 kubik feet hawa bebas.
- Unit tabung ganda : Tabung tipe ini disiapkan untuk persediaan yang lebih lama. Tabung ini bisa dikumpulkan dengan katup ganda atau mungkin dua tabung tunggal yang dipadukan dengan pipa penyambung. Jenis unit ini benar-benar pas untuk penyelaman air dalam, fotografi bawah air atau mungkin penyelaman penyelamatan yang membutuhkan bottom time yang lama.

Tabung selam mempunyai katup tabung/valve. Ada dua type katup standard, yakni :

- Jenis non reserve/“K” valve : Katup “K” tanpa cadangan yaitu katup yang mudah ditutup serta di buka. Tabung dengan katup ini mengharuskan penyelam memakai alat tambahan untuk memantau seberapa banyak hawa yang tetap ada dalam tabung. Alat itu adalah Submersible Pressure Gauge.
- Jenis constant reserve/“J” valve : Katup ini hampir sama juga dengan katup “K” valve, adapun perbedaannya yaitu jenis ini dibekali dengan perlengkapan mekanisme cadangan pada tekanan 300 Psi. Jadi jika tekanan tabung turun hingga sangka-sangka 300 Psi, pegas bakal tutup katup serta menyebabkan kontraksi dalam pengadaan hawa untuk pernapasan serta dengan menarik ke bawah batang penghubung yang tersambung pada katup cadangan disisi kiri tabung, bisa melepas kembali katup yang tertutup, maka mengalirlah sisa hawa paling akhir pada tabung. Katup cadangan menyediakan hawa yang cukup untuk penyelam naik ke permukaan.
- O-Ring Seal : O-ring karet (gelang karet berupa O) yang kecil terdapat pada permukaan katup membuat satu kedap tekanan tinggi pada regulator dengan katup tabung. Senantiasa membawa persediaan o-ring dalam tas perlengkapan selam, karena jika o-ring itu hilang maka regulator tidak akan bisa digunakan.

- **Penyanggah Tabung (Back Pack) :** Yaitu satu sistem harness yang melekatkan tabung pada punggung penyelam. Memiliki bentuk berbagai macam. Namun yang beredar saat ini yaitu BC yang sekalian berhimpun dengan back packnya, sehingga mudah untuk memasang 3 tabung pada BC nya. Backpack serta sabuk penyanggah mesti memiliki gesper luncur cepat pada ikat bahu kiri ikat pinggang. Hal semacam ini ditujukan untuk meringankan penyelam melepas ataupun menempatkan kembali tabung didalam air. Seperti dengan peralatan selam lain, sesudah digunakan menyelam dibersihkan dengan air tawar yang bersih, untuk BC dibilas dengan air hangat dibagian dalamnya, taruh dengan keadaan diisi hawa.

(4) Regulator



Regulator yaitu satu alat yang simpel untuk merubah hawa bertekanan tinggi dari suatu tabung scuba menjadi hawa bertekanan rendah seperti dengan keperluan penyelam serta hanya memberikan hawa yang dibutuhkan seperti dengan tekanan sekelilingnya. Ada sebagian jenis regulator, antara lain :

- **Pipa hawa ganda (Double Hose)**

Regulator demand yang umum di kenal di Amerika dari tahun 1949 terdiri dari satu sisi yang dipasang diatas katup tabung dengan suatu pipa penyalur hawa napas, mouthpiece serta suatu pipa buang hawa. Pada waktu ini umumnya dikenal dengan Two Hose Regulator. Mouthpiece atau mungkin genggam mulut yaitu satu sisi yang dimasukkan ke dalam mulut. Tipe dari regulator ini pemakaiannya lebih sulit, lantaran penyelam harus menghembus dengan keras apabila ingin menghirup hawa. Biasanya dipakai oleh penyelam komersil. Oleh lantaran gelembung hawa yang dikeluarkan oleh penyelam keluar di belakang penyelam, maka gelembung tak mengganggu pandangan penyelam. Prinsip kerjanya memiliki dua tingkat yakni tingkat pertama (first stage) serta tingkat kedua (second stage). Pada tingkat pertama hawa di turunkan di atas tekanan sekelilingnya serta tingkat kedua tekanan hawa menyusut seperti yang diperlukan penyelam yakni seperti dengan situasi sekelilingnya. Sisa hawa yang datang dari mouthpiece akan dikembalikan ke tingkat pertama untuk dibuang keluar.

- **Pipa hawa tunggal (Single Hose)**

Yang umum digunakan saat ini yaitu pipa hawa tunggal, terdiri dari dua tingkat yakni tingkat pertama (first stage) serta tingkat kedua (second stage) yang dipasang di bagian mulut (mouthpiece). Hawa pada tingkat pertama jadi $\frac{1}{4}$ 140 psi di atas tekanan sekelilingnya. Pada tingkat kedua dikurangi jadi sebesar tekanan yang diperlukan.

Perbedaan single hose dengan double hose yaitu bahwasanya kedua tingkatannya terpisah. Di mana second stage terdapat dekat mulut penyelam untuk meringankan

bernapas, oleh karenanya sekat karet ada pada permukaan yang sama juga dengan paru-paru dalam posisi berenang umum. Single hose juga dibekali dengan tombol menguras (purge botton) yakni berperan membuang sisa air dalam mouthpiece apabila ditekan. Membuat perlindungan sisi first stage dari masuknya air serta debu juga dibekali dengan penutup (cup) dipasang di bagian first stage bila regulator tak digunakan.

(5) Buoyancy Compensator Device/BCD



Berupa seperti suatu rompi yang didalamnya ada air cell. Air cell pada suatu BCD berperan untuk mengatur buoyancy (daya apung) sang penyelam. Komponen lain dari suatu BCD salah satunya yaitu inflator/deflator serta dump valve.

(6) Pisau Selam



Adalah alat serbaguna yang dipergunakan untuk membantu, menggali, juga untuk alat pengukur. Terbuat dari logam antikarat, bergerigi pada matanya serta yang lain bisa bermanfaat memotong tali di dalam air. Digunakan pada betis sebelah dalam untuk menghindari tersangkut pada rumput dan sebagainya. Tulisan SS. 320 atau mungkin SS. 420 artinya SS. 320 memiliki kandungan carbon lebih sedikit dibanding SS. 420.

(7) Sarung Tangan



Peralatan ini adalah penambahan baju selam. Bermanfaat untuk melindungi anggota badan yakni sisi dari tangan dari goresan tangan dan sebagainya. Tangan penyelam akan menjadi lembut bila terendam dalam air serta jika tergores benar-benar susah untuk menghentikan pendarahan.

(8) Senter



Senter dipakai untuk selam malam, untuk penanda, serta dalam penyelaman gua. Bila menyelam dikerjakan pada sore hari atau mungkin pada cuaca yang kurang bersahabat persiapkanlah senter.

(9) Jam Selam



Dalam penyelaman, tiap-tiap penyelam mesti membawa jam atau mungkin alat pengukur yang lain. Hal semacam ini untuk tahu waktu-waktu dalam penyelaman.

(10) Bag



Benar-benar berperan untuk menaruh beberapa barang atau mungkin alat komunikasi yang tidak barangkali di tinggal sepanjang penyelaman. Sebelum saat memakai teliti apakah bag bocor atau mungkin tidak. Cermati warna dari bag, warna yang terlampau mengkilat akan menarik ikan-ikan yang mungkin bisa menghadirkan bahaya.

Ditinjau dari jenis teknik dasar penyelaman, ada 3 cara yang digunakan yaitu penyelaman tahan napas (Breath Hold Diving, Skin Diving), penyelaman SCUBA (Scuba Diving), dan penyelaman SSBA (Surfaced Supply Breathing Apparatus Diving).

a. Penyelaman tahan napas (Breath Hold Diving, Skin Diving)

Penyelaman tahan napas ada 2 macam yakni :

1) Goggling

Goggling adalah penyelaman tahan napas dengan menggunakan kaca mata renang. Biasanya, banyak dilakukan oleh penyelam alam dan para nelayan untuk mencari mutiara, teripang, menembak ikan, dan lain-lain. Dengan goggling ini penyelam sulit untuk melakukan ekualisasi,

akibatnya mudah terkena squeeze mata dan baro-trauma telinga yang dapat menyebabkan kesulitan bagi penyelam.

2) Snorkelling

Snorkelling adalah penyelaman tahan napas dengan menggunakan masker kaca (face mask) yang menutupi mata dan hidung, serta pipa napas (Snorkell). Cara dan kegunaannya untuk menyelam sama dengan gogging, namun sedikit lebih menguntungkan karena penyelam mudah melakukan ekualisasi dan dapat berenang di permukaan tanpa mengangkat kepala apabila hendak bernapas. Kemampuan penyelam menahan napas menyebabkan terbatasnya waktu dan kedalaman dalam melakukan pekerjaan bawah air.

b. Penyelaman SCUBA atau SCUBA Diving

Penyelaman SCUBA dilakukan pada kedalaman 18 - 39 m atau kurang dari itu tergantung pada kebutuhannya, dan disesuaikan dengan kecepatan arus (maksimal 1 knot). Dalam keadaan normal penyelaman SCUBA dilakukan pada kedalaman 18 m selama 60 menit, sedangkan maksimalnya dilakukan pada kedalaman 39 m selama 10 menit. SCUBA digunakan untuk melakukan tugas penyelaman di air dangkal yang memerlukan mobilitas tinggi, tetapi dapat diselesaikan dalam waktu relatif singkat. Penyelaman SCUBA sering dilakukan untuk melakukan pemeriksaan, pencarian benda-benda, penelitian, pengamatan pertumbuhan biota laut, perbaikan atau perawatan ringan pada kapal. Penyelaman SCUBA dapat juga dijadikan penunjang bagi objek wisata bawah air (underwater tourism) yang dapat menghasilkan devisa yang cukup banyak untuk negara.

Semua penyelam SCUBA harus menguasai teknik ESA (Emergency Swimming Ascend) yaitu berenang bebas kepermukaan dengan cepat sambil selalu menghembuskan napas. Di samping itu penyelaman SCUBA seharusnya selalu dilakukan bersama mitra selam (buddy diver) dan diperlukan adanya penyelam cadangan yang selalu siap menyelam bila dibutuhkan. Dalam menggunakan alat-alat SCUBA penyelam harus mematuhi prosedur yang benar supaya tidak mengalami komplikasi atau penyakit akibat penyelaman.

Keuntungan penyelaman SCUBA ini ialah persiapannya cepat, tidak banyak memerlukan dukungan logistik, praktis, mobilitasnya tinggi dan gangguan yang ditimbulkan oleh peralatan selam sangat minimal. Selain mempunyai keuntungan, penyelaman SCUBA juga mempunyai kerugian diantaranya ialah terbatasnya suplai udara dalam scuba sehingga kedalaman dan lamanya terbatas pula, tidak dapat dilakukan komunikasi suara antara penyelam maupun tender, sangat terpengaruh kecepatan arus, adanya hambatan pernapasan dan perlindungan terhadap penyelaman terbatas.

c. Penyelaman SSBA (Surfaced Supply Breathing Apparatus Diving)

Penyelaman SSBA ini memerlukan dukungan logistik yang lebih kompleks serta dukungan peralatan dan anggota dalam jumlah yang cukup besar. Gerak penyelaman dalam bidang vertikal sukar dilakukan. Namun demikian penyelaman SSBA ini memasok udara tidak terbatas dan dapat dilaksanakan pada kecepatan arus maksimal 2,5 knots. Karenanya penyelaman ini digunakan untuk melaksanakan penelitian-penelitian pada kedalaman lebih dari 60 m selama 40 menit.

Selain teknik dasar penyelaman di atas, berikut adalah teknik-teknik dasar yang wajib dikuasai oleh penyelam, baik pemula maupun profesional.

a. Teknik Bernapas



Gambar 2. Teknik Bernapas (Sumber: Dok. Latihan Tim Ekspedisi Selam Kepulauan Tanimbar Mahitala Unpar)

Dalam menyelam, penting sekali untuk melakukan teknik pernapasan yang benar. Teknik yang benar adalah dengan mengambil napas secara dalam dan perlahan. Dengan begitu, oksigen dapat mengalir ke seluruh peredaran darah. Jangan bernapas dengan terburu-buru, dan jangan juga menahan napas. Bernapas secara dalam dan perlahan juga dapat membantu untuk menenangkan diri. Ingat, yang pasti saat menyelam yaitu tidak boleh panik.

b. Teknik Berenang



Gambar 3. Teknik Berenang (Sumber: Dok. Latihan Tim Ekspedisi Selam Kepulauan Tanimbar Mahitala Unpar)

Teknik pergerakan atau berenang dalam menyelam mengandalkan gaya dorong kaki. Perlu diperhatikan juga, ketika mendorong kaki jangan terlalu kencang atau terlalu cepat, karena akan menguras tenaga. Minimalisir gerakan yang tidak dibutuhkan, karena hal ini juga akan menghemat napas.

c. Ekualisasi



Gambar 4. Ekualisasi (Sumber: <http://scubadiver.co.id>)

Saat melakukan penyelaman, tekanan udara dari luar akan menekan gendang telinga dan membuat telinga terasa sakit. Untuk mencegah hal tersebut, perlu adanya perlawanan terhadap tekanan dari luar tersebut. Caranya adalah dengan melakukan ekualisasi. Teknik yang paling populer adalah dengan menjepit hidung dan menghembuskan udara melalui hidung. Selain itu dapat juga dilakukan dengan menelan ludah atau menggerak-gerakkan rahang. Ekualisasi ini tidak hanya dilakukan ketika telinga sudah terasa sakit, justru harus dilakukan sebelum merasa perlu melakukannya.

d. *Regulator Clearing*



Gambar 5. Regulator Clearing (Sumber: Dok. Latihan Tim Ekspedisi Selam Kepulauan Tanimbar Mahitala Unpar)

Teknik ini dilakukan ketika selang mengalami kebocoran hingga menyebabkan air masuk ke dalam. Ada dua cara untuk mengatasi hal ini, pertama dengan menekan tombol *purge* dan kedua dengan meniup *regulator* secara manual sampai air keluar.

e. *Regulator Recovery*



Gambar 6. Regulator Recovery (Sumber: Dok. Latihan Tim Ekspedisi Selam Kepulauan Tanimbar Mahitala Unpar)

Apabila *mouthpiece* terlepas saat menyelam, tidak perlu panik. Hal tersebut dapat diatasi dengan cara menggapai ujung regulator yang tersambung dengan tabung, kemudian menelusuri hingga bagian *mouthpiece* terpegang.

f. Masker *Clearing*



Gambar 7. Masker Clearing (Sumber: Dok. Latihan Tim Ekspedisi Selam Kepulauan Tanimbar Mahitala Unpar)

Tidak jarang saat menyelam, penyelam mendapati maskernya berembun. Untuk mengatasi hal tersebut, penyelam dapat melakukan masker *clearing* dengan cara memasukkan sedikit air melalui bagian atas masker. Kemudian mengocok air untuk menghilangkan embun, lalu membuka sedikit bagian bawah masker sambil menghembuskan udara untuk mengeluarkan air.

g. Naik ke permukaan



Gambar 8. Safety Stop (Sumber: <https://www.insideunder.com>)

Untuk naik ke permukaan harus dilakukan secara perlahan, tidak boleh terlalu cepat. Disarankan untuk melakukan *safety stop* dimana penyelam berhenti pada kedalaman 5 m selama kurang lebih 5 menit. Tujuan dari *safety stop* ini adalah untuk menetralkan kadar nitrogen dalam tubuh. Selama naik ke permukaan, penyelam juga harus memperhatikan kondisi permukaan, mengetahui posisi kapal, dan melepas *surface marker buoy*.

Physiology Penyelaman

Menyelam adalah kegiatan yang dilakukan di bawah permukaan air, dengan atau tanpa menggunakan peralatan, untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Kegiatan yang dilakukan di perairan laut ini memungkinkan terjadinya kecelakaan akibat perbedaan lingkungan dengan tempat hidup manusia. Salah satu kecelakaan akibat penyelaman adalah barotrauma yang disebabkan oleh pengaruh perbedaan tekanan di sekitar tubuh akibat perubahan tekanan yang sangat cepat. Untuk meminimalisir hal tersebut, maka diperlukan pembelajaran fungsi-fungsi tubuh serta bagaimana reaksi tubuh terhadap lingkungan perairan sehingga penyelam mampu beradaptasi pada lingkungan tersebut. Oleh karena itu, pembelajaran fisiologi penyelaman penting untuk dipelajari guna melaksanakan penyelaman sesuai dengan tujuan secara aman dan terkendali.

Respirasi (Pernapasan)

Bernapas itu sangat diperlukan sekali agar jantung dapat mensuplai darah ke semua jaringan tubuh dengan oksigen (O_2) dan mengeluarkan karbondioksida (CO_2) yang dihasilkan oleh jaringan dari darah melalui paru-paru. Udara masuk ke paru-paru melalui suatu sistem berupa pipa yang makin menyempit (bronkus dan bronkiolus) yang bercabang di kedua belah sisi paru-paru dari saluran udara dalam utama (trakea). Pipa ini berakhir pada gelembung-gelembung paru-paru (alveoli) yang merupakan kantong-kantong udara terakhir dimana O_2 dan CO_2 dipindahkan dari tempat dimana darah mengalir. Ada lebih 300 juta alveoli yang terdapat di dalam tubuh manusia.

Pertukaran O_2 dan CO_2 pada paru terjadi pada bronkiolus respiratorius dan alveoli. Permukaan bagian luar paru ditutup oleh selaput pleura yang licin dan selaput serupa membatasi ruang dada membatasi permukaan bagian dinding dada. Kedua selaput ini letaknya berdekatan sekali dan dipisahkan oleh lapisan cairan yang tipis. Karena dapat dipisahkan maka terdapat suatu ruangan antara kedua selaput tersebut yang dinamakan rongga pleura.

Pada saat inspirasi (menarik napas) dinding dada secara aktif tertarik keluar oleh kontraksi otot dinding dada dan ke arah bawah oleh diafragma (sekat rongga dada). Tekanan dalam rongga dada akan menjadi lebih negatif sehingga udara mengalir ke dalam paru-paru. Dengan upaya maksimal pengurangan tekanan dapat mencapai 60-100 mmHg dibawah tekanan atmosfer. Pada saat ekspirasi (pengeluaran napas),

rongga dada mengempis karena tulang dada kembali ke posisi awal. Gerakan ini pasif tanpa upaya otot, mengakibatkan tekanan dalam rongga dada meningkat memaksa gas keluar dari paru-paru. Ekspirasi dapat dibantu dengan upaya otot yang dapat dilihat melalui penghembusan napas yang kuat. Pengukuran fungsi pernapasan banyak dan bermacam-macam, tapi ada beberapa hal penting saja dan yang ada hubungannya dengan penyelaman yang akan diterangkan, terutama mengenai volume udara paru-paru. Berikut penjelasannya :

- Kapasitas Total Paru (Total Lung Capacity/TLC). Yaitu jumlah volume gas yang dapat ditampung oleh kedua paru-paru bila terisi penuh biasanya \approx 5-6 liter.
- Volume Tidal (Tidal Volume/TV). Yaitu volume napas biasa yang masuk dan keluar paru tanpa usaha napas yang kuat/dalam keadaan istirahat. Berkisar \approx 0,5 liter.
- Kapasitas Vital (Vital Capacity/VC). Yaitu volume udara maksimal yang dapat dihembuskan keluar setelah menghirup udara secara maksimal biasanya \approx 4-5 liter. Kadang juga disebut daya apung vital yang dipaksa (Forced Vital Capacity/FPC).
- Volume Sisa (Residual Volume/RV). Volume sisa yaitu jumlah gas yang tertinggal di dalam paru-paru setelah dihembuskan secara maksimal biasanya \approx 1,5 liter dan dapat dihitung sebagai berikut: $TLC - VC = RV$, perhatikan RV adalah \approx 25 % dari TLC.
- Volume Pernapasan Semenit (Respiration Minute Volume/RMV). Volume pernapasan semenit adalah jumlah gas yang bergerak masuk dan keluar dari paru-paru dalam satu menit. Yaitu $RMV = TV \times$ Frekuensi Pernapasan. Biasanya 6 liter pada saat istirahat, tetapi dapat melebihi 100 liter pada saat latihan berat. RMV kadang dinamakan Ventilasi Paru (Pulmonary Ventilation).
- Kapasitas Vital Sewaktu (Time Vital Capacity). Kapasitas vital sewaktu adalah bagian dari vital capacity (VC) yang bisa dihembuskan dalam waktu tertentu biasanya 1 detik. Sering dinamakan volume ekspirasi yang dipaksakan (FEV1/ Forced Expiratory Volume One Second).

Parameter-parameter mekanis ini sangat penting untuk memahami fisiologi karena secara relatif akan meningkatkan resiko penyakit penyelaman (barotrauma, kekurangan gas dan lain-lain). CO₂ lebih mudah larut dalam darah 24 kali dibandingkan dengan O₂, kecepatan difusi CO₂ melampaui O₂ kurang lebih 20 kali lipat. Difusi gas dipengaruhi oleh dinding alveoli. Pada alveoli yang kurang terventilasi dengan O₂ yang cukup maka pembuluh darah akan mengecil sehingga mengurangi penyerapan O₂ dan meningkatkan aliran darah pada alveoli bagian lain yang cukup O₂. Kelainan fungsi pernapasan dapat mengakibatkan berkurangnya pengeluaran dari CO₂ darah dan penyerapan O₂ ke dalam darah (hypoxia dan hypercapnea).

Jumlah seluruh keperluan jaringan tubuh adalah kurang lebih 6,8 ml O₂ darah (250 ml O₂/menit). Sejumlah kecil O₂ larut dalam plasma darah sebesar (0,01/100 ml) sedangkan sebagian besar berikat pada protein hemoglobin (Hb) pada sel darah merah. Hb mempunyai daya ikat yang besar terhadap oksigen dan menjadi 98% jenuh dengan oksigen pada tekanan 1 ATA . Tidak semua Hb melepaskan oksigen di jaringan, karena 75% Hb tetap jenuh.

Untuk mempertahankan kadar oksigen dan karbondioksida, volume pernapasan semenit harus seimbang dengan pemakaian oksigen dan kecepatannya menghasilkan karbondioksida. Pernapasan diatur oleh pusat pernapasan di otak. Dalam otak terdapat sensor yang mendeteksi perubahan kadar CO₂ darah, sensor ini sangat mempengaruhi pusat pernapasan. Terdapat sensor yang sedikit mempengaruhi yang terdapat pada aorta dan arteri carotis yang mendeteksi kadar O₂ dalam darah. Hal ini dapat dipahami jika penyelam yang tahan napas yang melakukan hiperventilasi dapat terjadi ketidaksadaran. Karena pusat pernapasan tidak dirangsang kadar CO₂ yang telah berkurang akibat hiperventilasi dan gagal untuk bereaksi dengan baik terhadap bahaya kekurangan O₂ selama penyelaman dan selama naik ke permukaan.

Kardiovaskular

Peredaran/suplai darah sangat penting untuk mentransportasikan O₂ yang telah diambil di paru-paru ke jaringan tubuh. Jaringan tubuh yang perlu banyak O₂ adalah otak, dimana otak mengambil sekitar 20% O₂ dalam keadaan normal. Apabila otak kekurangan O₂ maka akan terjadi penurunan kesadaran dan dalam 5 menit akan berakibat kematian. Darah dipompa oleh jantung ke jaringan melalui arteri, bercabang lebih kecil menjadi arteriol dan kemudian di jaringan dan paru-paru menjadi kapiler-kapiler darah. Kapiler darah meninggalkan jaringan membawa darah yang miskin oksigen ke vena. Vena membawa darah balik ke jantung dan kemudian dipompa ke paru-paru. Arteri paru-paru membawa darah miskin O₂, sedangkan vena

paru membawa darah yang kaya O₂ karena telah terjadi proses difusi di paru-paru ke jantung yang kemudian dipompa ke seluruh tubuh.

Jantung merupakan satu organ yang terbagi menjadi dua bilik dan dua serambi, terdapat katup-katup yang menjaga darah agar tidak mengalir terbalik selama berkontraksi. Kecepatan kontraksi jantung berbeda-beda pada tiap orang. Rata-rata 60-80 per menit pada saat istirahat dan 80-150 per menit pada saat kerja. Di dalam tubuh manusia terdapat 6 liter darah. Darah terdiri dari plasma darah (komponen cair) dan sel darah (komponen padat). Sel darah merah mengandung hemoglobin (Hb) yang mengikat O₂ dan CO₂, sel darah putih untuk melawan infeksi, dan keping darah untuk pembekuan darah. O₂ hanya terikat pada Hb, sedikit yang dapat larut dalam air, sedangkan CO₂ banyak terlarut dalam plasma dalam bentuk ion HCO₃, tapi sedikit yang berikatan pada Hb. Volume darah konstan, tetapi kecepatan peredaran darah sangat berbeda tergantung kebutuhan jaringan.

Darah mengalir dari seluruh tubuh melalui vena, kemudian masuk ke serambi kanan, bilik kanan, melalui arteri pulmonalis ke paru-paru mengambil O₂ dan melepas CO₂. Darah kaya O₂ ini kemudian melalui vena pulmonalis masuk ke serambi kiri dan bilik kiri dan kemudian di pompa ke seluruh tubuh melalui arteri. Kemampuan jantung memompa darah $\frac{1}{4}$ 4-5 liter darah per menit (saat istirahat) dan 20 liter darah per menit saat kerja. Tekanan darah saat istirahat adalah 120-140 mmHg pada saat jantung berkontraksi (sistolik) dan 70-80 mmHg pada saat jantung relaksasi (diastolik). Kedua tekanan bisa diukur saat yang sama dan dapat ditulis sistolik/diastolik yaitu 120/70. Penurunan sirkulasi darah yang hebat akibat shock (kekurangan suplai darah yang membawa O₂ ke jaringan) dapat diatasi dengan meningkatkan volume darah dan menaikkan tekanan darah.

Sinus

Sinus adalah rongga udara yang terdapat pada kepala. Rongga ini terletak pada tulang-tulang tengkorak. Fungsi sinus ini belum jelas di ketahui, tetapi dikaitkan dengan proses warna suara. Sinus sangat berkaitan erat dengan jalan napas. Terdapat 4 macam sinus di kepala yaitu:

- Sinus Frontalis terdapat di kening.
- Sinus Ethmoidalis terdapat diantara kening dan hidung.
- Sinus Maksilaris terdapat di pipi kanan dan kiri.
- Sinus Sphenoidalis terdapat pada pelipis kanan dan kiri.

Semua sinus dihubungkan melalui saluran-saluran ke hidung agar udara dapat keluar dan untuk mengeluarkan cairan mukus yang disekresikan oleh sel dalam rongga sinus. Apabila saluran yang normal dalam rongga sinus tersumbat, maka udara pernapasan di hidung dan ternggorokan tidak dapat masuk ke dalam rongga tersebut sehingga terjadi ketidakseimbangan tekanan yang mengakibatkan pembengkakan dan pendarahan dari jaringan di dalam sinus. Cairan atau darah yang keluar akan menempati sebagian rongga udara untuk menyamakan tekanan. Sumbatan pada saluran sinus dapat disebabkan oleh keadaan sebagai berikut:

- Sinusitis (infeksi/alergi) dimana pembengkakan jaringan menyebabkan penyumbatan saluran ke hidung.
- Rhinitis (hay fever), prosesnya sama dengan sinusitis.
- Polip, yaitu pertumbuhan jaringan kecil yang dapat menutupi saluran sinus. Polip terdapat pada rongga hidung.
- Lipatan jaringan yang berlebihan.
- Sumbatan oleh lendir yang mengering.

Telinga

Telinga adalah organ pendengaran yang sangat sensitif terhadap tekanan. Tiga bagian utama telinga yaitu:

- Telinga bagian luar.
- Telinga bagian tengah.
- Telinga bagian dalam.

Masing-masing bagian telinga mempunyai fungsi-fungsi yang berbeda. Telinga bagian luar dan tengah terdiri dari rongga udara yang dibatasi oleh jaringan dan dikelilingi oleh tulang-tulang yang dapat menahan tekanan udara. Gendang telinga adalah selaput yang lentur dan peka, yang memisahkan telinga luar dan tengah. Telinga bagian dalam tidak mempunyai rongga udara dan terletak diantara tulang dan terdiri dari organ pendengaran dan keseimbangan yang berisi cairan. Telinga tengah dan bagian dalam dipisahkan oleh dua selaput tipis. Pada telinga bagian tengah terdapat saluran yang menghubungkan dengan tenggorokan yaitu tuba eustachius.

Aspek Medis Selam

- Snorkeling (Skin Diving)

Snorkeling merupakan kegiatan dasar yang harus dikuasai seorang calon penyelam. Ini bertujuan untuk melatih pernapasan menggunakan mulut dan gerakan kaki yang berguna pada saat penyelam. Yang harus diperhatikan dalam snorkeling yaitu:

1. Dead Air Space

Pada umumnya snorkeling yang dipakai penyelam tidak lebih dari 30 cm panjangnya. Hal ini untuk menghindari Dead Air Space atau volume ruang udara mati yang mengakibatkan udara hanya bergerak di daerah itu saja dan tidak ke lingkungan bebas. Sehingga bertambah panjang snorkel akan bertambah besar ruang udara mati.

2. Kekurangan Oksigen (Hypoksia)

Seorang penyelam skin yang berusaha menahan napas untuk dapat berada di dalam air lebih lama, apabila dipaksakan mengakibatkan penyelam akan mengalami kekurangan oksigen (anoksia) sehingga jaringan tubuh tidak mendapat O₂.

3. Shallow Water Blackout

Pingsan di air dangkal. Hal ini dikarenakan penyelam melakukan hiperventilasi berlebihan sehingga kadar karbondioksida menurun tajam dan selama penyelaman tubuh mengalami hipoksia sedangkan respon/keinginan tubuh untuk bernapas belum ada. Hiperventilasi adalah upaya penyelam untuk memperpanjang tahan napas pada skin diving dengan bernapas dalam dan berlebihan. Hal ini dilakukan penyelam skin untuk bertahan napas lebih lama dengan mengurangi/membuang gas CO₂. Sebenarnya cara ini berbahaya karena jika kadar CO₂ turun, maka tidak akan terjadi perangsangan untuk bernapas ke permukaan.

Penyelam skin yang melakukan over hiperventilasi di permukaan dan kemudian menyelam pada kedalaman 10 feet (10 m) akan mengalami peningkatan tekanan parsial O₂ dalam darah dari 3 psi ke 6 psi. Bila diteruskan ke yang lebih dalam lagi sehingga melewati batas dimana CO₂ telah memberikan peringatan untuk muncul. Dikarenakan CO₂ kurang saat hiperventilasi, sedangkan O₂ yang digunakan sudah pada titik rendah ½ psi yang pada akhirnya CO₂ menumpuk hingga batasnya dan penyelam akan muncul ke permukaan.

Sesampainya di permukaan, peredaran darah menurun dan O₂ menjadi nol, maka akibatnya akan pingsan dekat permukaan. Biasanya penyelam pingsan karena anoxia (kehabisan O₂). Gejalanya yaitu denyut nadi dan tekanan darah meningkat, biru pada bibir, jari dan kaki, serta pingsan. Segera berikan udara segar/O₂ murni dan jika pingsan berikan pernapasan mulut ke mulut. Untuk itu bila penyelam melakukan snorkeling/ skin diving, bernapas dalam dua kali sudah cukup untuk menyelam secara efisien. Jangan melakukan hiperventilasi dan hindari menahan napas melewati peringatan CO₂. Untuk penyelam scuba jangan melakukan hiperventilasi.

4. Squeeze Paru

Merupakan barotrauma yang sangat jarang yang bisa terjadi pada breath hold diving/skin diving. Penyelam mengalami sesak napas setelah mencapai permukaan dari kedalaman > 100 FSW. Dapat disertai dengan batuk berdarah/berbuih dan harus diberikan oksigen. Gejala tersebut menurun dalam beberapa hari. Hal ini terjadi ketika penyelam turun ke kedalaman dimana Volume Total Paru (TLV) berkurang kurang dari Volume Residu (RV), pada poin itu tekanan transpulmonal melebihi tekanan alveoli, hal ini akan menyebabkan pengeluaran cairan dan darah membuat penyelam sesak napas. Penyelam normal dengan TLV 6 liter dan RV 1,2 L hanya dapat menyelam hingga tekanan 5 ATA (132 FSW), lebih dalam dari itu akan mengalami squeeze paru. Akan tetapi beberapa penyelam dapat menyelam lebih dari itu tanpa masalah.

- SCUBA Diving

Efek dan bahaya akibat perubahan tekanan pada tubuh

Karena adanya perbedaan tekanan di kedalaman air, maka penyelam yang menyelam ke dalam akan mengalami efek langsung tekanan air. Untuk itu diperlukan equalisasi yaitu penyesuaian tekanan. Efek dan bahaya yang dapat terjadi akibat perubahan tekanan pada tubuh antara lain:

1. Efek Langsung Tekanan

Pada tubuh manusia terdapat rongga-rongga udara dan apabila untuk menyelam akan mengalami tekanan langsung yang dapat berpengaruh terhadap rongga-rongga tersebut. Rongga tersebut yaitu kulit (jika memakai dry suit), lubang telinga dan telinga tengah, sinus, gigi, paru-paru, dan saluran pencernaan. Ketidakseimbangan tersebut akan menyebabkan barotrauma yang dapat berupa squeeze, kerusakan organ, atau minimal menimbulkan rasa sakit dan rasa tidak nyaman. Squeeze adalah pengerutan jaringan tubuh akibat dari tidak dapatnya jaringan tubuh menyamakan tekanan atau equalisasi.

- Mask Squeeze

Terjadi pada saat penyelam lupa mengeluarkan udara ke dalam masker pada saat equalisasi sehingga terbentuk tekanan negatif pada ruangan masker. Hal ini mengakibatkan kapiler darah di muka rusak dan menyebabkan pendarahan ke dalam kulit (ecchymosis) dan pendarahan konjungtiva.

- Squeeze Lubang Telinga

Terjadi karena adanya udara yang terperangkap di dalam lubang telinga. Udara tersebut dapat terperangkap karena:

- Serumen (kotoran telinga).
- Earplug (tidak boleh dipakai dalam penyelaman)
- Hood atau penutup kepala.
- Wet suit/dry suit yang menutup telinga.

Hal ini menyebabkan terbentuknya ruang bertekanan negatif sehingga dapat menyebabkan hal yang sama. Gejala meliputi sakit pada telinga, pembengkakan, kemerahan kulit lubang telinga. Pada kasus yang parah dapat terjadi robek gendang telinga.

- Squeeze Sinus (Barosinusitis)

Mekanismenya sama dengan squeeze lain. Jika pada saat turun ke dalam. Jika terdapat sumbatan pada saluran sinus akan menyebabkan sinus squeeze. Sumbatan ini disebabkan oleh:

- Sinusitis (infeksi/alergi) dimana pembengkakan jaringan menyebabkan penyumbatan saluran ke hidung.
- Rhinitis (hay fever), prosesnya sama dengan sinusitis.
- Polip, yaitu pertumbuhan jaringan kecil yang dapat menutupi saluran sinus. Polip terdapat pada rongga hidung.
- Lipatan jaringan yang berlebihan.
- Sumbatan oleh lendir yang mengering.

Gejalanya yaitu rasa sakit di wajah, kening, atau pipi selama menyelam.

- Reverse Sinus Squeeze

Tipe yang jarang yaitu reverse sinus squeeze yang terjadi pada saat naik ke permukaan. Kondisi ini diakibatkan karena tingginya tekanan udara dalam sinus. Ini biasanya terjadi pada penyelam yang mengalami infeksi saluran pernapasan atas atau alergi berat yang minum obat dekongestan (mengurangi produksi cairan) sesaat sebelum menyelam, tetapi efek obat tersebut hilang setelah menyelam di kedalaman. Pencegahan barosinusitis atau squeeze sinus yaitu dengan tidak menyelam pada saat terkena infeksi saluran napas atas atau hal-hal lain yang dapat mengakibatkan penutupan saluran sinus.

- Squeeze Gigi (Barodontalgia)

Nama lainnya yaitu aerodontalgia. Kondisi ini disebabkan karena adanya gas yang terperangkap di dalam gigi atau struktur sekitar gigi. Adanya gas akan mengakibatkan

terbentuknya tekanan negatif atau positif di dalam ruangan yang terbatas. Hal ini akan merangsang struktur sensitif gigi dan mengakibatkan rasa sakit. Barodontalgia dapat disebabkan oleh kondisi sebagai berikut.

- Karies (karang gigi).
- Restorasi gigi (penambalan gigi).
- Luka di daerah mulut.
- Cabut gigi (belum lama).
- Abses periodontal (kumpulan nanah dekat jaringan gigi).
- Terapi pada akar gigi.

Jika terdapat sekumpulan udara tertangkap di gigi pada tekanan permukaan laut, tekanan di luar gigi akan meningkat pada penyelaman, maka gigi akan pecah ke arah dalam, dan ruangnya akan terisi darah. Kebalikannya, jika kumpulan udara terbentuk selama di kedalaman, jika bergerak ke permukaan volumenya akan meningkat sesuai hukum Boyle yang mengakibatkan gigi pecah ke arah luar. Untuk mencegah barodontalgia, setiap penyelam harus menunda penyelaman sedikitnya 24 jam setelah terapi/tindakan pada gigi.

- Squeeze Telinga Tengah (Barotitis Media)

Tingkat kejadian squeeze telinga tengah sangat tinggi sekitar 40 % dialami oleh para penyelam. Hal ini terjadi jika terdapat sumbatan yang menghalangi equalisasi rongga di telinga tengah yang disebabkan oleh tersumbatnya saluran tuba eustachius. Tersumbatnya saluran tuba eustachius dapat disebabkan oleh:

- Infeksi saluran napas atas
- Alergi
- Rokok
- Polip
- Trauma wajah yang dialami sebelumnya

Dapat juga terjadi jika penyelam lupa melakukan equalisasi dengan cara Manuver Valsava dan Frenzel.

- Manuver Valsava yaitu meniup udara melawan dengan bibir dan hidung tertutup dan lidah ke arah belakang untuk meningkatkan tekanan rongga faring yang diteruskan ke dalam telinga tengah melalui tuba eustachius. Manuver ini juga dapat membuka tuba eustachius yang tertutup. Biasa disebut mengedan.
- Manuver Frenzel yaitu dengan menelan dengan lidah ke belakang dimana bibir ditutup dan lubang hidung di tekan (memencet hidung).

Biasanya penyelam sudah mengalami sedikit rasa sakit pada perbedaan tekanan 60 mmHg. Manuver ini baik dilakukan pada kedalaman 4 feet. Jika penyelam tidak melakukan equalisasi dengan manuver ini pada perbedaan tekanan lebih dari 100-400 mmHg (4,3-17,4 feet) maka akan terjadi squeeze yang dapat mengakibatkan robek gendang telinga. Air dingin kemudian masuk ke telinga tengah dan menyebabkan vertigo. Gejalanya terjadi sesaat penyelam turun dari permukaan air. Penyelam juga mengeluh rasa sakit dan rasa penuh dalam telinga atau mengalami vertigo. Sakitnya semakin parah sehingga penyelam dapat meneruskan atau menghentikan penyelaman. Pencegahannya dengan selalu equalisasi setiap turun ke kedalaman.

- Barotrauma Telinga Dalam

Merupakan barotrauma yang sangat serius karena akan menyebabkan ketulian permanen. Barotrauma ini jarang terjadi. Trauma ini terjadi karena perbedaan tekanan yang bermakna antara telinga tengah dan telinga dalam. Hal ini disebabkan terlalu kuatnya manuver Valsava atau turun ke dalam terlalu cepat. Gejalanya utama yaitu berdenging, vertigo, dan tuli. Dapat juga disertai rasa penuh pada telinga, mual dan muntah, berkeringat, dan pucat. Gejala ini bisa timbul segera setelah trauma atau dapat berkembang dalam 1 jam, tergantung aktivitas penyelam selama dan sesudah penyelaman.

- Alternobaric Vertigo