

# Fisika Penyelaman

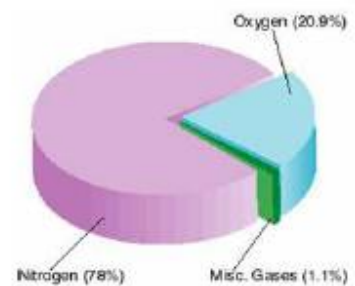
## Pengaruh Hukum Fisika pada Penyelaman

### HUKUM DALTON

**Tekanan partial dari campuran gas:** Hukum ini menyatakan bahwa jumlah tekanan dari suatu campuran gas-gas adalah jumlah tekanan partial dari tiap gas yang membentuk campuran tersebut, jika gas itu secara sendiri menempati seluruh ruang (volume). Selama tekanan secara menyeluruh meningkat, tekanan partial dari tiap-tiap gas pun akan meningkat.

Udara adalah suatu campuran yang terdiri dari kurang lebih 80%-N<sub>2</sub> dan 20%-O<sub>2</sub>, di permukaan laut tekanan N<sub>2</sub> adalah sebesar:

$$\begin{aligned} \text{N}_2 &= 80\% \text{ dari } 1 \text{ ATA (760 mmHg)} \\ &= 0,8 \text{ ATA (608 mmHg)} \\ \text{O}_2 &= 20\% \text{ dari } 1 \text{ ATA} \\ &= 0,2 \text{ ATA (152 mmHg)} \end{aligned}$$



Tekanan partial dari suatu gas di dalam campuran diperoleh dengan mengalikan prosentase gas dengan tekanan total pada tekanan kedalaman. Peningkatan tekanan partial didalam air terjadi sebagai berikut :

Permukaan	= (1 ATA)
	= 0,8 ATA N <sub>2</sub> + 0,2 ATA O <sub>2</sub> (PP <sub>O2</sub> = 20% x 1 ATA)
10 meter	= (2 ATA)
	= 1,6 ATA N <sub>2</sub> + 0,4 ATA O <sub>2</sub> (PP <sub>O2</sub> = 20% x 2 ATA)
20 meter	= (3 ATA)
	= 2,4 ATA N <sub>2</sub> + 0,6 ATA O <sub>2</sub> (PP <sub>O2</sub> = 20% x 3 ATA)
40 meter	= (5 ATA)
	= 4,0 ATA N <sub>2</sub> + 1,0 A-rA O <sub>2</sub> (PP <sub>O2</sub> = 20% x 5 ATA)

Dari tabel ini terlihat bahwa pada kedalaman 40 meter (tekanan 5 ATA), penyelam yang bernafas dengan udara biasa akan menghirup oksigen dengan tekanan partial yang sama (1 ATA) seperti bila ia sedang menghirup 100% O<sub>2</sub> di permukaan air. Pemahaman hukum ini penting untuk mengetahui efek toksik gas pernafasan pada kedalaman, penyakit dekompresi dan penggunaan oksigen maupun campuran gas untuk tujuan pengobatan. Sebagai contoh, seorang penyelam yang menghirup suatu campuran gas 60%-O<sub>2</sub> dan 40%-N<sub>2</sub> resikonya menderita keracunan O<sub>2</sub> pada kedalaman sekitar 30 meter (4 ATA).

## HUKUM HENRY

**Larutan Gas dan Cairan:** Ini berhubungan dengan penyerapan gas di dalam cairan. Dinyatakan bahwa pada suhu tertentu jumlah gas yang terlarut di dalam suatu cairan berbanding lurus dengan tekanan partial dari gas tersebut diatas cairan. Bila seorang penyelam turun sampai kedalaman 10 meter (2 ATA), tekanan partial dari Nitrogen yang dihirup menjadi 2 kali lipat dibandingkan dengan dipermukaan dan akhirnya Nitrogen yang terlarut dalam jaringan juga akan dua kali lipat.

Waktu terjadinya keseimbangan tergantung pada daya larut gas di dalam jaringan dan kecepatan suplai gas ke jaringan oleh darah.

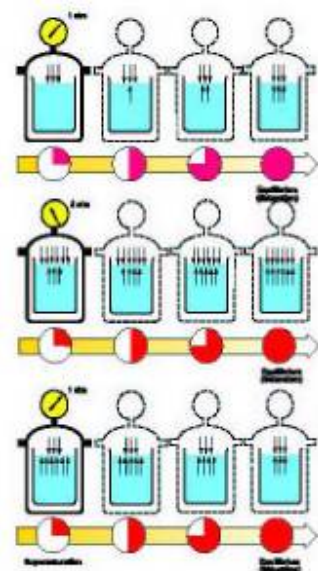
Pengaruh fisiologi dari hukum ini terhadap seorang penyelam berlaku untuk penyakit dekompresi, keracunan gas dan pembiusan gas lembam (inert gas narcosis).

Bilamana tekanan yang terdapat dalam larutan terlalu cepat berkurang, gas keluar dari larutan dalam bentuk gelembung-gelembung gas. Pada penyelam, pelepasan gelembung-gelembung ini dapat menyumbat pembuluh darah atau merusak jaringan tubuh dan menyebabkan berbagai pengaruh dari penyakit dekompresi atau bends. Penyelam dapat melihat pengaruh yang sama pada CO<sub>2</sub> di dalam larutan. Bila ia membuka botol bir dengan tiba-tiba, maka akan terlihat gelembung-gelembung gas yang naik ke permukaan botol.



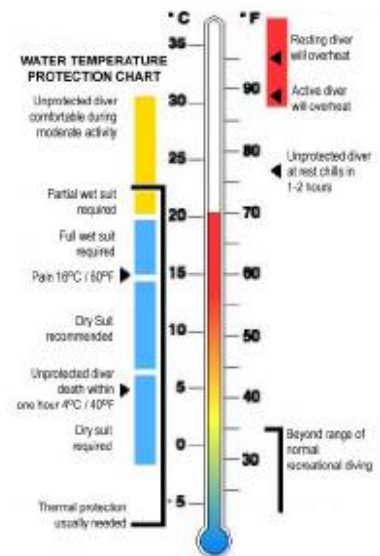
## HUKUM CHARLES

Hukum ini menyangkut hubungan antara suhu, volume, dan tekanan. Dinyatakan bahwa bila tekanan tetap konstan, volume dari sejumlah gas tertentu adalah berbanding lurus dengan suhu absolut. Hukum ini sangat erat hubungannya dengan sifat kompresi dan dekompresi dari gas-gas yang juga berkaitan dengan gas-gas dalam aliran darah berwujud cair di tubuh manusia yang dapat menjadi lewat jenuh saat menyelam dengan udara tekan (tabung).



## SUHU (Temperatur)

Suhu air di sekitar tubuh kita akan menentukan kenyamanan penyelaman dan durasi. Semua perairan bersuhu lebih dingin dari pada suhu tubuh normal (37°C atau 98°F) dan karenanya seorang penyelam akan kehilangan panas tubuhnya ke air karena faktor konduksi. Lapisan-lapisan isolasi dan lemak atau baju selam dapat mengurangi pengaruh ini. Pada penyelaman satu-rasi, pemeliharaan suhu badan seorang penyelam menjadi suatu kebutuhan utama. Suhu air makin berkurang secara nyata bersamaan dengan bertambahnya kedalaman. Perubahan suhu muali terjadi setelah 10 meter pertama disebabkan oleh karena hilangnya sebagian besar panas matahari di kedalaman. Air dingin dapat menyebabkan gangguan-gangguan fisiologi yang bisa menjadi kritis seperti gangguan irama pernafasan, vertigo (pusing) dan sakit kepala berdenyut-denyut.

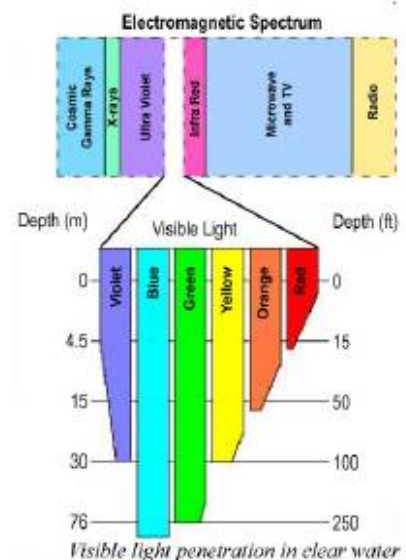


## Penglihatan dan Cahaya

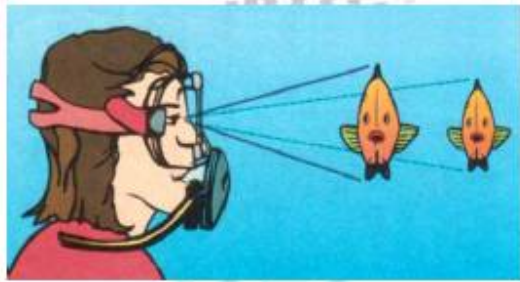
Penglihatan tanpa bantuan alat di bawah air akan buruk diakibatkan oleh terjadinya pembiasan sinar ke dalam air. Masalah ini dapat diatasi dengan memakai suatu masker (facemask) dimana terdapat suatu lapisan udara antara mata kita dengan air, walau memakai masker akan memberi kesan yang palsu terhadap jarak dan ukuran.

Objek akan terlihat kurang lebih tiga perempat jauhnya daripada jarak yang sebenarnya. Hal ini diperkuat alasan penyelam di darat dengan penglihatan kurang, namun di bawah air merasa penglihatannya meningkat dikarenakan benda-benda terlihat lebih dekat dan objek juga tampak lebih besar dari pada ukuran aslinya.

Lensa obat yang memperbaiki penglihatan (corrective lense) dipasangkan pada masker bagi mereka yang memakai kaca mata di darat. Pemakaian lensa kontak (contact lens) bersama masker dengan lensa biasa saat menyelam juga diperkenankan. Ketajaman penglihatan di bawah air cenderung lebih rendah dikarenakan



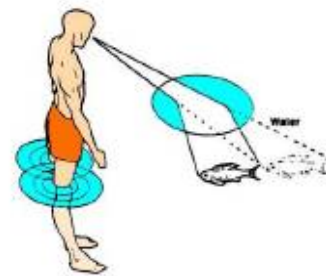
penyebaran cahaya terdistorsi oleh bayang-bayang dari benda halus atau partikel yang melayang di dalam air serta disebabkan penyerapan cahaya sangat cepat di dalam air. Hal ini membuat penentuan kuat terang cahaya cukup sulit dan bila kontras berkurang, maka penglihatan juga akan terganggu. Kejernihan air, cuaca yang terang dan cahaya buatan akan membantu penanggulangan masalah ini.



Di bawah air, warna-warna tidak akan tampak sama seperti di permukaan. Hal ini disebabkan karakter cahaya berdasarkan gelombang tiap warna tidak sama besar. Di kedalaman, urutan warna-warna mulai dari merah, oranye, kuning, hijau, indigo, ungu dan makin ke kedalaman akan menjadi warna biru.

**Perubahan**

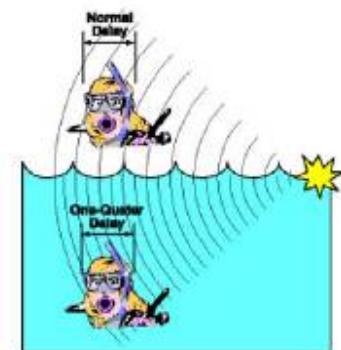
warnawarna cerah akan cepat sekali hilang di kedalaman karena spektrum penyerapan cahaya terjadi lebih cepat di dalam air. Benda-benda yang berwarna merah menyala (oleh karena warna merah paling banyak menyerap cahaya), dibawah air akan segera terlihat berubah warna dari hijau gelap, kemudian menjadi warna hitam di kedalaman.



**Suara**

Suara di dalam air sangat dipengaruhi oleh media penghantarnya yaitu cairan. Karena air lebih rapat dari pada udara, maka kecepatan suara di dalam air menjadi +4 kali lebih cepat. Suara di udara akan cepat kehilangan energinya bila dipancarkan ke dalam air. Perbedaan media udara dan air membuat kita sukar untuk mendengarkan suara yang dibuat di udara dekat permukaan air.

Identifikasi jenis suara (frekwensi) terhadap pendengaran penyelam di dalam air akan berkurang karena air berada langsung ke selaput gendang telinga bagian luar. Apa lagi jika penyelam mengenakan penutup kepala (hood) yang lebih mengurangi ambang pendengaran. Telinga manusia telah diciptakan untuk melokalisir arah suara di udara bila berada di darat. Di dalam air, mekanisme ini akan terganggu oleh karena suara berjalan 4 kali lebih cepat. Akibatnya lokalisir suara menjadi lebih sulit oleh karena di dalam air suara akan dihantarkan ke organ pendengaran lebih baik melalui tulang kepala dari pada melalui gendang telinga.



### **Efisiensi Gerak**

Karena kerapatan air lebih besar dari pada udara, maka tahanan yang dialami oleh tubuh pada saat bergerak akan menjadi lebih besar pula. Maka gerakan kita di air menjadi lebih lamban. Pergerakan yang tidak teratur hanya akan menghabiskan energi saja. Saat bergerak di dalam air sebaiknya bergerak secara perlahan dan stabil. Bergerak secara horisontal akan mengurangi tahanan & kita akan dapat bergerak lebih cepat.

