

AIR LAUT

Air adalah zat pelarut yang bersifat sangat berdaya guna, yang mampu melarutkan zat-zat lain dalam jumlah yang lebih besar dari pada zat cair lain. Sifat ini dapat dilihat dari banyaknya unsur-unsur pokok yang terdapat dalam air laut. Diperkirakan hampir sebesar 48.000 triliun ton garam yang larut dalam air laut. Garam-garaman tersebut terdiri dari sodium chlorida 38.000 triliun ton, sulphates 3.000 triliun ton, magnesium 1.600 triliun ton, potassium 480 triliun ton dan bromide 83 triliun ton. Clorida merupakan zat yang paling banyak terkandung dalam air laut. Sedangkan zat sodium (NaCl) atau garam dapur merupakan zat clorida yang persentasenya paling besar.

Apabila dipersentasekan adalah sebagai berikut :

Menurut <u>Clarke</u>	Menurut <u>Lyman dan Fleming</u>
CaCl ₃ = 0,34 %	NaCl = 68,1 %
NaCl = 77,70 %	MgCl = 14,4 %
MgCl ₂ = 10,88 %	CaCl = 3,2 %
MgSO ₄ = 4,74 %	KCl = 1,9 %
CaSO ₄ = 3,60 %	NaCO ₄ = 11,4 %
K ₂ SO ₄ = 2,64 %	NaHCO ₄ = 0,6 %
MgBr = 0,22 %	K Br = 0,3 %

1. Salinitas Air Laut

Suluruh barang padat yang laut dalam air laut disebut garam-garaman. Konsentrasi rata-rata seluruh garam-garaman yang terdapat dalam air laut adalah salinitas. Salinitas adalah bilangan yang menunjukkan berapa gram garam-garaman yang larut dalam air laut tiap-tiap kilogram (gr/kg) biasanya dinyatakan dalam persen (%) atau permil (‰). Konsentrasi rata-rata seluruh garam yang terdapat dalam air laut sebesar 3 % dari berat seluruhnya (berat air).

Pada laut-laut yang berhubungan biasanya perbedaan salinitas kecil, namun perbedaan tersebut akan nampak pada laut-laut tertentu yang terpisah dari laut lepas. Berikut ini faktor-faktor yang mempengaruhi besar-kecilnya salinitas air laut, yaitu :

- 1). Penguapan, penguapan makin besar maka salinitas makin tinggi, kebalikannya makin kecil penguapan maka salinitasnya makin rendah.

- 2). Curah hujan, makin banyak curah hujan maka salinitas makin rendah, kebalikannya makin kecil curah hujan maka salinitasnya makin tinggi.
- 3). Air sungai yang bermuara ke laut, makin banyak air sungai yang bermuara ke laut, maka salinitas air laut tersebut rendah.
- 4). Letak dan ukuran laut, laut-laut yang tidak berhubungan dengan laut lepas dan terdapat di daerah arid maka salinitasnya tinggi.
- 5). Arus laut, laut-laut yang dipengaruhi arus panas maka salinitasnya akan naik dan kebalikannya laut-laut yang dipengaruhi arus dingin maka salinitasnya akan turun (rendah).
- 6). Angin, kelembaban udara di atasnya, ini berhubungan dengan penguapan dan penguapan berhubungan dengan besar kecilnya salinitas air laut.

Penyebaran salinitas secara horizontal

- 1). Daerah Ekuator; temperatur tinggi, penguapan tinggi, curah hujan banyak maka salinitasnya rendah (34 – 35 ‰).
- 2). Daerah lintang 20⁰ – 25⁰ LU/LS; penguapan tinggi, curah hujan kurang, maka salinitasnya tinggi (36 – 37 ‰).
- 3). Daerah lintang Sedang; penguapan kurang, kelembaban besar, maka salinitasnya rendah (33 – 35 ‰).
- 4). Daerah Kutub; temperature rendah, penguapan kecil, adanya pencairan es, maka salinitasnya rendah (32 – 34 ‰).

Berikut ini beberapa contoh laut yang mempunyai salinitas yang berbeda, karena dipengaruhi oleh keadaan setempat dan lautnya tertutup:

- Laut Merah, tidak terdapat sungai yang bermuara ke laut tersebut, curah hujan relative kecil, maka salinitas air lautnya tinggi (40 – 41 ‰).
- Laut Tengah, banyak air sungai dari laut Hitam, kemudian masuk ke laut Tengah, maka salinitas air lautnya tidak terlalu tinggi (37 – 39 ‰).
- Laut Mati, terletak di daerah Arid, lautnya sempit, tidak berpelepasan, sehingga salinitas air lautnya tinggi (250 – 400 ‰).
- Laut Hitam, penguapan kurang, banyak sungai yang bermuara, sehingga salinitasnya rendah (17 – 18 ‰).

- Laut Baltik, penguapan kurang, banyak sungai yang bermuara, pencairan es/salju maka salinitas air lautnya rendah (3 – 4 ‰).

Penyebaran Salinitas secara vertical

- 1). Pada permukaan, terjadi penguapan baik karena angin atau karena perbedaan temperatur antara air dan udara (temperature air lebih tinggi dari temperatur udara), atau karena kelembaban udara kecil, maka salinitas permukaan biasanya besar.
- 2). Makin ke bawah, salinitasnya semakin kecil, karena temperturnya makin rendah. Pada kedalaman antara 800 – 1200 meter biasanya salinitas paling kecil.
- 3). Lebih dari 1200 meter, salinitas naik lagi sampai maksimum 34,9 ‰, karena tidak ada turbulensi lagi.

Catatan: Untuk daerah Ekuator (Tropik), salinitas terbesar bukan pada permukaan sebab banyak curahan, tetapi terdapat pada kedalaman 100 – 200 meter.

Hipotesis Tentang Asinnya Air Laut

Ada dua hipotesis mengenai asinnya air laut, yaitu:

- 1). Garam-garaman yang sekarang larut dalam air laut, telah terjadi sejak permulaan terbentuknya lautan. Salinitas dahulu hampir sama dengan salinitas sekarang. Itu terbukti dari fosil organisma marine yang menunjukkan salinitas air laut tidak banyak berubah setelah mengalami waktu geologi yang lama.
- 2). Salinitas air laut bertambah secara berangsur-angsur, yaitu hasil pencucian dari batu-batuan dikulit bumi dan dari pengangkutan mineral-mineral yang terbawa ke laut oleh sungai atau oleh air hujan yang mengalir di atas permukaan bumi. Jadi menurut hipotesis ini air laut yang mula-mula itu tawar.

Argumentasi dari ke dua hipotesis tersebut adalah:

Hipotesis yang pertama, bila garam-garaman di laut berasal dari sungai, tentunya komposisi garam-garaman yang ada di laut sama dengan yang ada pada air sungai. Kenyataannya tidak demikian (lihat table berikut ini)

Tabel
Komposisi Garam-Garaman Air Laut dan Air Sungai

Bahan-Bahan	Air Laut (%)	Air Sungai (%)
Chlorida	88,7	5,2
Sulfat	10,8	9,9
Carbonat	0,3	60,1
Bahan-bahan lainnya	0,2	24,8
J u m l a h	100	100

G. Schatt (Escher)

Dari table di atas, terdapat perbedaan komposisi garam-garaman antara air laut dengan air sungai, terutama chlorida dan carbonat. Oleh karena itu hipotesis pertama menyangkal bahwa asinnya air laut bukan dari konsentrasi garam-garaman yang dibawa oleh air sungai.

Golongan hipotesis kedua menjawab bantahan dari hipotesis pertama sebagai berikut :

- a). Sedikitnya kalsium karbonat (CaCO_3) di laut, sedang yang diangkutnya dari sungai banyak (60,1 %), karena CaCO_3 di laut digunakan oleh binatang-binatang laut sebagai bahan rangkanya seperti kerang-kerangan, siput, foraminifera, koral reef dsb.
- b). Susunan Chlorida (NaCl) di laut sukar bersenyawa dengan organisma lain. Sedang sedikitnya Chlorida pada air tawar karena:
 - Batuan kontinen terdiri dari batuan yang pernah luluh (terlarut)
 - NaCl dan susunan chloride lainnya terikat pada tumbuh-tumbuhan.

Selain dari itu banyaknya Chlorida dan sedikitnya kalsium karbonat di laut, karena adanya perubahan-perubahan laut sepanjang masa, yaitu pemunduran (regresi/ingresi) dan perluasan laut ke darat (transgresi).

2. Temperatur Air Laut

Temperatur air laut berkisar antara -2°C sampai 30°C . Temperatur yang rendah biasanya terdapat pada laut-laut di sekitar kutub dan pada dasar laut dalam. Sedangkan temperatur air laut yang tinggi terdapat pada laut-laut di daerah Arid. Laut Merah dan selat Bab El Mandeb temperaturnya sekitar $29^{\circ} - 30^{\circ}\text{C}$. Karena di dalam air laut bergerak baik secara horizontal

maupun vertikal, maka temperatur air tersebut dibagi-bagi kebagian yang jauh/dalam. Juga panas selalu digunakan untuk penguapan.

a. Proses adiabat dalam air laut

Bila kita turunkan satu kolom (massa) air sampai kedalaman tertentu, karena tekanan air sekelilingnya lebih tinggi maka terjadi penyusutan volume dan menyebabkan temperatur naik. Sebaliknya bila kita naikan air dari ke dalaman 1.000 meter ke permukaan, tekanan air sekelilingnya menurun maka terjadi pengembangan volume menyebabkan penurunan temperatur massa air yang dinaikan itu. Turun naiknya temperatur karena turun naiknya massa air, dalam kenyataannya sukar untuk dibuktikan karena selalu akan dipengaruhi oleh temperatur sekelilingnya. Dalam kenyataannya makin dalam air, temperaturnya makin rendah.

b. Temperatur insitu dan temperatur potensial

Temperatur insitu yaitu temperature pada tempat air itu terdapat. Dapat diukur dengan menggunakan thermometer yang dapat dibalikan (thermometer kantel).

Temperatur potensial yaitu temperatur yang telah diperhitungkan setelah turun naiknya temperature akibat turun naiknya tempat air tersebut. Turun naiknya temperatur pada air tidak seberapa besar, yaitu tiap 1000 meter hanya sekitar $0,124^{\circ}\text{C}$ Misalnya salinitas air laut 34‰ , pada kedalaman 1.000 meter temperaturnya 10°C . Bila dinaikan ke permukaan, maka temperatur potensialnya $10^{\circ} - 0,124^{\circ}\text{C} = 9,876^{\circ}\text{C}$

c. Tata panas air laut

Sumber panas air laut adalah sinar matahari. Sinar matahari tersebut oleh air sebagian dipantulkan kembali ke atmosfer dan sebagian lagi diabsorpsi (diserap) oleh air. Besar kecilnya sinar yang dipantulkan tergantung pada letak lintang tempat/tinggi matahari. Makin kearah kutub (makin kecil kemiringan sudut sinar datang), maka sinar yang dipantulkan makin besar. Pada ketinggian matahari 90° (di Khatulistiwa) sinar yang dipantulkan sekitar 3 %, pada ketinggian matahari 40° sinar yang dipantulkan 4 %, pada ketinggian matahari 5° sinar yang dipantulkan 40 %.

Panas yang diterima oleh air laut, sebagian dikembalikan lagi ke atmosfer baik dengan jalan konveksi (perambatan/pemindahan panas) dari air ke udara maupun dengan jalan evaporasi

(penguapan). Karena gerakan air (turbulensi), panas yang diabsorpsi disebar luaskan ke berbagai arah baik secara horizontal maupun secara vertikal. Temperatur air laut makin dalam makin rendah. Di lautan terbuka temperatur air pada kedalaman 4000 meter sekitar 2° C. Amplitudo harian pada laut terbuka kecil sekali, yaitu rata-rata antara $0,2^{\circ} - 0,3^{\circ}$ C.

Pada malam hari karena bersentuhan dengan udara yang ada di atasnya, maka temperatur air dipermukaan terjadi pendinginan sehingga terjadi air di permukaan lebih dingin dari air yang ada di bawahnya. Air yang dingin berarti volumenya mengecil dan padat serta berat jenisnya naik (bertambah berat). Dengan demikian pada malam hari terjadi gerakan air vertikal. Air dari permukaan turun sedangkan air pada lapisan bawahnya yang lebih panas akan naik ke permukaan.

Akibat pemanasan dari matahari, ada perbedaan temperatur air laut dengan temperatur di daratan. Karena perbedaan temperatur ini menyebabkan terjadinya perbedaan tekanan udara yang menimbulkan terjadinya angin laut dan angin darat. Angin laut dan angin darat terjadi karena perbedaan pemanasan/pendinginan antara daratan dan lautan pada siang dan malam hari.

Pada siang hari permukaan daratan lebih cepat panas akan naik ke atas (tekanan minimum), sedangkan di laut temperaturnya lebih dingin (tekanan maksimum). Akibatnya terjadi gerakan angin dari laut ke daratan yang disebut angin laut. Sebaliknya pada malam hari daratan lebih cepat melepaskan panas dari pada di laut. Di darat tekanannya maksimum dan di laut tekanannya minimum. Oleh karena itu pada malam hari terjadi angin dari darat ke laut yang disebut angin darat.

d. Temperatur lautan dibelahan Bumi Utara dan dibelahan Bumi Selatan

Temperatur lautan dibelahan Bumi Selatan umumnya lebih rendah dari temperatur lautan dibelahan Bumi Utara, hal ini disebabkan karena:

- Lautan dibelahan Bumi Selatan lebih luas dari pada lautan dibelahan Bumi Utara. Laut di belahan Bumi Utara 60,7 % sedangkan dibelahan Bumi Selatan 80,9 %.
- Bagian lautan dibelahan Bumi Utara lebih luas terletak di daerah tropis, sedang lautan di belahan Bumi Selatan yang terletak di daerah tropis lebih sempit. Lautan di belahan Bumi Selatan yang luas berada pada daerah sedang. Bahkan pada lintang $55^{\circ} - 65^{\circ}$ LS luas lautan melebihi 99 %.

- Lautan dibelahan Bumi Utara lebih banyak mendapat pengaruh arus panas dari pada lautan pada Bumi Selatan. Arus panas dibelahan Bumi Utara seperti arus Kuroshio (Pasifik Utara) dan arus Gulfstream (Atlantik Utara) pengaruhnya sangat luas terhadap temperatur lautan yang didatanginya. Dengan adanya arus panas tersebut, maka sepanjang pantai Eropah Barat sampai dengan pantai Barat Norwegia bebas dari pembekuan.

Temperatur di lautan yang terletak pada derajat yang sama hampir sama. Oleh karena itu garis-garis isotherm di atas lautan lebih sejajar dari pada garis-garis isotherm di atas daratan. Peralihan perubahan temperatur dari Ekuator kearah Utara atau kearah Selatan lebih teratur di atas lautan dari pada di atas daratan, kecuali daerah-daerah pengaruh arus. Arus dapat merubah garis-garis isotherm, misalnya arus Gulfstream bias menyebabkan garis-garis isotherm di lautan Atlantik sebelah Barat Eropah melengkung ke Utara. Selabiknya arus Labrador di sebelah Timur Amerika Utara menyebabkan garis-garis isotherm melengkung ke Selatan.

e. Temperatur laut Pedalaman

Temperatur laut Pedalaman tergantung kepada tinggi ambang yang memisahkan dengan lautan terbuka. Temperatur itu dari atas ke bawah mula-mula turun sampai pada neveau tertentu, kemudian relative tetap sampai ke dasarnya. Air lautan terbuka hanya dapat mempengaruhi temperature air laut Pedalaman sampai setinggi ambang. Sedang air yang ada dibawah puncak ambang tidak dapat masuk ke laut Pedalaman. Sehingga air laut pedalaman temperaturnya yang sesuai dengan temperature air laut terbuka setinggi ambang. Dengan mengukur temperatur air dasar laut Pedalaman, dapat diketahui berapa tinggi ambang. Temperatur air dasar laut Pedalaman sama dengan temperatur air laut terbuka setinggi ambang. Makin dalam ambang makin rendah temperatur minimumnya.

Selain dari itu temperature minimum itu selalu lebih tinggi dari temperature potensial. Yaitu temperature yang biasanya terjadi pada kedalaman tersebut bila tidak ada ambang. Ada kalanya air di bagian atas lebih dingin dari pada di bagian dasar. Jadi temperature air terdingin biasanya tidak terdapat pada dasar laut, tetapi pada bagian-bagian tertentu. Hal ini kemungkinan disebabkan karena adanya pemanasan dari kulit bumi itu sendiri.

f. Penyebaran temperatur air laut secara vertikal

Di dalam laut sama halnya dengan di atmosfer, yaitu terdapat lapisan-lapisan berdasarkan temperaturnya. Umumnya makin dalam laut, temperaturnya makin rendah. Amplitudo harian tidak berpengaruh pada bagian – bagian air yang dalam, misalnya amplitude pada kedalaman 50 meter hanya kira-kira 1/5 dari amplitude di permukaan. Jika amplitudo di permukaan 5°C , maka pada kedalaman 50 meter amplitudonya hanya 1°C .

Lapisan-lapisan kedalaman air laut berdasarkan kedalamannya :

- 0 - 100 meter, lapisan permukaan, banyak terjadi turbulensi karenanya sedikit sekali terjadi perbedaan temperature bersifat homogen
- 100 – 800 meter, terjadi penurunan temperatur yang cepat (sangat drastis). Lapisan ini disebut lapisan thermoklin. Salinitas air laut juga mengalami penurunan.
- 800 – 1.200 meter, terdapat minimum temperature dan minimum salinitas.
- 1.200 – 3.000 meter, temperature air laut terus turun. Pada beberapa tempat ada kenaikan temperatur sedikit.
- Bagian dasar laut, tempertur minimum.

Temperatur tertinggi bukan terdapat pada permukaan air laut, tetapi pada lapisan dengan kedalaman 1 meter, hal ini disebabkan karena:

- a). Di bagian atas terjadi pemancaran panas kembali ke atmosfer.
- b). Karena terjadi konveksi dengan udara, bila udara tersebut merupakan massa dingin.
- c). Di bagian permukaan terjadi penguapan (penguapan memerlukan panas)

Lapisan thermoklin, karena penurunan suhu yang sangat drastis maka seolah-olah lapisan ini terpisah dengan lapisan yang lainnya. Karena lapisan air yang ada di atasnya (lapisan permukaan) temperaturnya lebih tinggi maka kepadatan airnya lebih kecil dari lapisan thermoklin yang temperaturnya lebih dingin. Dengan kata lain lapisan air yang dalam dan dingin itu lebih padat dari pada air permukaan yang hangat. Sehingga terjadi perbedaan kepadatan yang dapat menyebabkan terjadinya pemantulan gema suara dari lapisan thermoklin ini.

Lapisan thermokline, dapat memantulkan gema suara bila echosounder dibunyikan. Lapisan air yang dapat merefleksikan gema suara disebut deep scattering layer.

Deep scattering layer dapat terjadi juga pada sekelompok ikan, gerombolan udang-udang kecil atau juga berupa kumpulan larva-larva ikan. Deep scattering layer yang ditimbulkan karena sekelompok ikan yang biasanya berkumpul pada tempat-tempat yang banyak bahan makanan terutama zooplankton. Sifat zooplankton ini biasanya bermigrasi secara vertikal. Pada malam hari zooplankton bergerak ke permukaan, sedangkan pada siang hari bergerak turun. Karena bahan makanan ikan tersebut mengadakan migrasi vertikal maka sekelompok ikan itu pun bergerak mengikuti gerakan zooplankton maka deep scattering layer itu pun memperlihatkan gerakan sesuai dengan migrasi zooplankton harian.

3. Sinar dan Warna Air Laut

Sinar matahari dapat menembus lapisan air laut bagian permukaannya saja. Makin dalam pengaruh sinar matahari semakin lemah, bahkan pada laut-laut dalam sinar matahari sudah tidak lagi berpengaruh sehingga laut menjadi gelap gulita.

Dilihat dari kondisi cahaya dalam laut secara vertikal dapat diklasifikasikan kedalam 3 zone, yaitu:

- a. Zone eufotik (0 – 150 m), terdapat pada permukaan sampai pada kedalaman dimana cahaya matahari memungkinkan berlangsungnya proses fotosintesis
- b. Zone disfotik (150 – 1000 m), berada di bawah zone eufotik, cahaya sudah terlampaui redup untuk memungkinkan terjadinya proses fotosintesis.
- c. Zone afotik (lebih dari 1000 m), zone yang paling bawah yang merupakan zone yang gelap gulita sepanjang masa.

Pada laut dalam yang gelap, sinar-sinar berasal dari binatang-binatang yang memancarkan sinarnya sendiri seperti jenis ubur-ubur, corals, ascidian, siphomorphorus, fishlet dan lain-lain

Dari kedalaman 300 meter photometer dapat menangkap sinar cahaya dari beberapa macam organisme yang menyebarkan cahayanya 200 – 1000 kali lebih kuat dari pada cahaya umumnya. Beberapa jenis ikan laut dalam, kadang-kadang seluruh tubuhnya bercahaya, ada pula yang hanya menyebarkan cahayanya dari sisi badannya, dari atas kepalanya dan ada pula yang dari ekornya.

Energi sinar matahari yang masuk kedalam air laut itu diabsorpsi, dihamburkan, dan sebagian diubah menjadi energi panas. Sinar matahari terdiri dari sinar yang tampak seperti sinar yang terurai pada rainbow (katumbiri), dan sinar-sinar yang tidak tampak oleh mata kita seperti sinar ultraviolet dan inframerah. Air laut mempunyai daya selektif untuk mengabsorpsi sinar matahari. Warna air laut tampak hijau kebiru-biruan, hal ini disebabkan karena tiap lapisan air laut mempunyai daya seleksi absorpsi yang berbeda-beda terhadap setiap sinar cahaya matahari.

- Pada lapisan air permukaan (0 – 0,5 meter) air hanya mengabsorpsi sinar inframerah yang tidak nampak oleh mata kita, sehingga dipermukaan tampaknya putih.
- Sampai pada kedalaman 5 meter, sinar yang diabsorpsi mula-mula sinar hijau dan sinar kebiru-biruan.
- Pada kedalaman 50 meter, lapisan air itu mengabsorpsi sinar yang biru hijau yang menyebabkan warna air permukaan tampak biru.

Matahari menyinarakan energinya ke permukaan air laut, bila posisi matahari di zenith 98 % dari energinya mencapai permukaan laut dan diabsorpsi oleh air laut tersebut. Tetapi bila matahari ada 10^0 di atas horizon hanya 65 % energi matahari tersebut yang diabsorpsi oleh air laut sisanya direfleksikan oleh permukaan air laut ke atmosfer.

Selain penyinaran secara langsung dari matahari air laut juga menerima cahaya difusi dari langit. Kira-kira 95 % dari energi juga masuk ke dalam air laut dan dapat mempengaruhi warna laut itu sendiri.

Faktor lain yang mempengaruhi warna air laut adalah;

- Warna hijau, karena air biru dengan dasar laut yang putih karena endapan kapur sehingga tampak hijau.
- Warna merah, bila pada laut tersebut tumbuh plankton algae merah misalnya yang terdapat pada laut Merah.
- Warna kuning, seperti yang terjadi di laut Kuning karena adanya lumpur tanah loss yang berwarna kuning yang berasal dari gurun Gobi yang terbawa oleh sungai Hoang Ho atau oleh angin ke laut tersebut.
- Harna hitam, seperti di laut Hitam, karena air dan dasar lautnya banyak mengan dung humus (sisa tanaman) yang sangat pekat.

