

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Campuran dari bahan susun (semen, pasir, kerikil dan air) yang masih plastis ini dicor kedalam acuan dan dirawat untuk mempercepat proses hidrasi campuran semen air, yang menyebabkan pengerasan beton. Bahan yang terbentuk ini mempunyai kekuatan tekan yang tinggi, tetapi ketahanan terhadap tarik yang rendah.

Campuran antara bahan semen dan air akan membentuk pasta semen, yang berfungsi sebagai bahan ikat. Sedangkan pasir dan kerikil merupakan bahan agregat yang berfungsi sebagai bahan pengisi, dan sekaligus sebagai bahan yang diikat oleh pasta semen. Ikatan antara pasta semen dengan agregat ini menjadi satu kesatuan yang kompak, dan setelah mencapai waktu tertentu akan menjadi keras dan padat yang disebut beton.

Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal ini juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan lapangan kerja. Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari pada beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kategori konstruksi yang dibuat.

Tiga kinerja yang dibutuhkan dalam pembuatan beton adalah (STP 196C, Concrete and concrete-making materials) :

1. Memenuhi kriteria konstruksi yaitu dapat dengan mudah dikerjakan dan dibentuk serta memiliki nilai ekonomis.
2. Kekuatan tekan.

3. Durabilitas atau keawetan.

2.2 Sifat-sifat beton

Sifat sifat beton terbagi dua, yaitu ketika beton masih dalam keadaan segar (beton segar) dan ketika beton dalam keadaan mengeras (beton keras).

2.2.1 Sifat-sifat beton segar

Beton segar yang baik adalah beton segar yang dapat diaduk, diangkut, dituang, dipadatkan, tidak ada kecendrungan terjadi segregasi (pemisahan agregat dari adukan) maupun bleeding (pemisahan semen dan air dari adukan). Hal ini karena segregasi maupun bleeding mengakibatkan mutu beton yang diperoleh akan buruk.

Tiga hal penting yang perlu diketahui dari sifat-sifat beton segar yaitu :

1. Kemudahan pengerjaan (*workability*)

Sifat ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan atau kesulitan adukan untuk diaduk, diangkut dan dituang.

Unsur unsur yang mempengaruhi workabilitas yaitu:

- a. Jumlah air pencampur
- b. Kandungan semen
- c. Gradasi campuran agregat halus dan kasar
- d. Bentuk butiran agregat kasar
- e. Cara pemadatan dan alat pematat

Konsistensi/kelacakan adukan beton dapat diperiksa dengan pengujian slump didasarkan pada ASTM C 143-74. Percobaan ini menggunakan corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya, (disebut sebagai kerucut Abrams)

2. Pemisahan Agregat (Segregation)

Kecenderungan agregat kasar untuk lepas dari campuran beton hal ini akan menyebabkan sarang kerikil, yang pada akhirnya akan menyebabkan keropos pada beton. Segregasi ini disebabkan oleh beberapa hal antara lain :

- a. Campuran kurus atau kurang semen
- b. Terlalu banyak air
- c. Besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm
- d. Permukaan butir agregat kasar, semakin kasar permukaan butir agregat kasar semakin mudah terjadi segregasi.

Untuk mengurangi kecenderungan segregasi maka diusahakan air diberi sedikit mungkin, adukan beton jangan dijatuhkan dengan ketinggian yang terlalu besar dan cara pengangkutan, penuangan harus mengikuti cara-cara yang benar.

3. Pemisahan air (Bleeding)

Kecenderungan air untuk naik kepermukaan beton yang baru dipadatkan dinamakan bleeding. Air yang naik ini membawa semen dan butir-butir pasir halus yang pada saat beton mengeras akan membentuk selaput (laitance).

2.2.2 Sifat-sifat beton keras

Perilaku beton keras merupakan kemampuan beton dalam memikul struktur bangunan. Kinerja beton keras yang baik ditunjukkan oleh kuat tekan beton yang tinggi, kuat tarik yang baik, perilaku yang lebih detail, kedap air dan udara, ketahanan terhadap sulfat, penyusutan rendah dan keawetan jangka panjang.

1. Kuat tekan beton

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton :

- a. Faktor air semen dan kepadatan, Semakin rendah nilai faktor air semen semakin tinggi kuat tekan betonnya.
- b. Jenis semen, Semen Portland yang dipakai untuk struktur harus mempunyai kualitas tertentu yang telah ditetapkan agar dapat berfungsi secara efektif.
- c. Jumlah semen, Jika faktor air semen sama (slump berubah) beton dengan jumlah kandungan tertentu mempunyai kuat tekan tertinggi. Pada jumlah semen yang terlalu sedikit sehingga adukan sehingga adukan beton sulit dipadatkan yang mengakibatkan kekuatan beton rendah. Namun jika jumlah semen berlebihan berarti jumlah air juga berlebihan sehingga beton mengandung banyak pori yang mengakibatkan kuat tekan beton rendah.
- d. Sifat agregat, Permukaan yang halus dan kasar pada batu pecah berpengaruh pada lekatan dan kasar pada batu pecah berpengaruh pada lekatan dan besar tegangan saat retak-retak beton mulai terbentuk. oleh karena itu kekerasan agregat ini sangat berpengaruh terhadap bentuk kurva tegangan-regangan tekan dan terhadap kekuatan beton.
- e. Efisiensi dan perawatan (curing), Kehilangan kekuatan sampai sekitar 40% dapat terjadi bila pengeringan dilakukan sebelum waktunya.

Perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan lapangan dan pembuatan benda uji.

- f. Umur beton, Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Biasanya nilai kuat tekan ditentukan pada waktu beton mencapai umur 28 hari. Kekuatan beton akan naik secara cepat (linear) sampai umur 28 hari.

2. Sifat tahan lama (durability)

Sifat tahan lama pada beton, merupakan sifat dimana beton tahan terhadap pengaruh luar selama dalam pemakaian..sifat tahan lama pada beton dapat dibedakan dalam beberapa hal (Wuryati Samekto, 2001) :

- a. Tahan terhadap pengaruh cuaca; Pengaruh cuaca yang dimaksud adalah pengaruh yang berupa hujan dan pembekuan pada musim dingin, serta pengembangan dan penyusutan yang diakibatkan oleh basah dan kering silih berganti.
- b. Tahan terhadap pengaruh zat kimia; daya perusak kimiawi oleh bahan-bahan seperti air laut, rawa-rawa dan air limbah, zat-zat kimia hasil industri, air gula dan sebagainya, perlu diperhatikan terhadap keawetan beton.
- c. Tahan terhadap erosi; Beton dapat mengalami kikisan yang diakibatkan oleh adanya orang yang berjalan kaki dan lalu di atasnya, gerakan ombak laut atau partikel-partikel yang terbawa oleh angin atau air.

2.3 Material Beton

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya (Nawy, 1985:8). Sehingga untuk memahami dan mempelajari

karakteristik masing-masing komponen pembentuk beton terdiri dari campuran agregat halus dan agregat kasar dengan air dan semen sebagai pengikatnya.

2.3.1 Semen Portland

Semen portland merupakan bahan pengikat utama adukan beton yang digunakan untuk menyatukan bahan menjadi satu kesatuan yang kuat. Jenis atau tipe semen yang digunakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, Bahan utama pembentuk semen Portland (Tri Mulyono, 2004) adalah batu kapur (CaO) sekitar 60%-65%, silica (SiO_2) Sekitar 20%-25%, alumina/tanah liat (Al_2O_3) sekitar 7%-12%, Sedikit Magnesia (MgO), dan terkadang ditambahkan oksida besi / Biji Besi (Fe_2O_3), sedangkan Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ditambahkan untuk mengatur ikat semen.

Keempat bahan baku hasil dari tambang (quarry) berupa campuran CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , MgO dan Fe_2O_3 digiling (blended) bersama-sama, baik dalam proses basah maupun dalam proses kering. Hasil campuran Tersebut dituangkan keujung atas tungku pembakaran yang diletakkan agak miring. Selama tungku pembakaran berputar dan dipanaskan, bahan tersebut mengalir dengan lambat dari ujung atas keujung bawah, Temperatur dalam tungku pembakaran dinaikkan secara perlahan hingga mencapai temperature klinker (clincer temperature). Temperatur ini dipertahankan sampai campuran membentuk butiran semen Portland pada suhu $\pm 1400^\circ\text{C}$. butiran yang dihasilkan disebut sebagai klinker dan memiliki diameter antara 1,5-50mm. Klinker tersebut kemudian didinginkan dalam tempat klinker dan selanjutnya dihancurkan menjadi butiran-butiran yang halus. Bahan tambah, yaitu sedikit gypsum (sekitar 1-5%) ditambahkan untuk mengontrol waktu ikat semen, yaitu waktu pengerasan semen dilapangan (Tri Mulyono, 2004).

Pada waktu pembakaran, CaO yang ada dalam kapur akan bersatu dengan SiO₂, Al₂O₃, dan Fe₂O₃ yang terdapat dalam pasir silica, alumin dan pasir besi membentuk senyawa baru, Senyawa tersebut adalah :

- a. Trikalسيوم Silikat (3CaO.SiO₂) yang disingkat menjadi C₃S
- b. Dikalسيوم Silikat (2CaO.SiO₂) yang disingkat menjadi C₂S
- c. Trikalسيوم Aluminat (3CaO.Al₂O₃) yang disingkat menjadi C₃A
- d. Tetrakalسيوم Alumino Ferrit (4CaO,Al₂O₃.Fe₂O₃) yang disingkat menjadi C₄AF.

Senyawa tersebut menjadi Kristal-kristal yang saling mengikat/mengunci ketika menjadi klinker. Komposisi C₃S dan C₂S adalah 70% - 80% dari berat semen dan merupakan bagian yang paling dominan memberikan sifat semen (Tri Mulyono, 2004). Sedangkan senyawa C₃A persentasinya dalam semen kecil, yaitu sekitar 10%, sehingga pengaruhnya pada jumlah air untuk reaksi pun menjadi kecil. Semen yang mengandung unsur C₃A lebih dari 10% tidak akan tahan terhadap serangan sulfat. Semen yang tahan sulfat harus memiliki kandungan C₃A tidak lebih dari 5%. Begitu pula dengan senyawa C₄AF, kurang begitu besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen atau beton sehingga kontribusinya dalam peningkatan kekuatan kecil.

Semen Portland memiliki beberapa sifat, yang pada umumnya terdiri dari:

1. Kehalusan Butir (Fineness)

Kehalusan butir semen mempengaruhi proses hidrasi. Waktu pengikatan (setting time) menjadi semakin lama jika butir semen terlalu kasar. Makin halus butiran semen, maka luas permukaan butir untuk suatu jumlah berat semen akan menjadi lebih besar sehingga makin banyak pula air yang dibutuhkan bagi persenyawaannya. Semakin halus butiran semen, proses hidrasi semakin cepat, sehingga kekuatan awal tinggi dan kekuatan akhir akan berkurang. Kehalusan butir semen yang tinggi dapat mengurangi terjadinya bleeding atau naiknya air ke permukaan, tetapi menambah

kecenderungan beton untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut.

2. Kepadatan (density)

Berat jenis semen yang disyaratkan oleh ASTM adalah $3,15 \text{ Mg/m}^3$. Pada kenyataannya, Berat Jenis semen yang diproduksi berkisar antara $3,05 \text{ Mg/m}^3$ sampai $3,25 \text{ Mg/m}^3$. Variasi ini akan berpengaruh pada proporsi campuran semen dan campuran.

3. Konsistensi

Konsistensi semen Portland lebih banyak pengaruhnya pada saat pencampurana awal, yaitu pada saat terjadi proses pengikatan sampai pada saat beton mengeras. Konsistensi yang terjadi bergantung pada rasio antara semen dan air serta aspek-aspek dan bahan semen seperti kehalusan dan kecepatan hidrasi. Konsistensi mortar bergantung pada konsistensi semen dan agregat pencampurnya.

4. Waktu Pengikatan

Waktu ikat adalah waktu yang diperlukan semen untuk mengeras, terhitung dari mulai bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen hingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Waktu ikat semen dibedakan menjadi dua, yaitu : waktu ikat awal (initial setting time) yaitu waktu dari pencampuran semen dengan air menjadi pasta semen hingga hilangnya sifat keplastisan dan waktu ikat akhir (final setting time) yaitu waktu anantara terbuntutnya pasta semen hingga beton mengeras. Pada semen portland initial setting time berkisar 1-2 jam, tetapi tidak boleh kurang dari 1 jam sedangkan final setting time tidak boleh lebih dari 8 jam. Waktu ikatan sangat penting pada control pekerjaan beton, pada kasus-kasus tertentu diperlukan initial setting time lebih dari 2 jam agar waktu terjadinya ikatan awal lebih panjang. Waktu

yang panjang ini diperlukan untuk transportasi (dumping/pouring), pemadatan (vibrating) dan penyelesaiannya (finishing).

5. Panas Hidrasi

Panas hidrasi adalah panas yang terjadi pada saat semen bereaksi dengan air, dinyatakan dalam kalori/gram. Jumlah panas yang terbentuk antara lain bergantung pada jenis semen yang dipakai dan kehalusan butir semen. Dalam pelaksanaan, Perkembangan panas ini dapat mengakibatkan masalah yakni timbulnya retakan pada saat pendinginan, Oleh karena itu perlu dilakukan pendinginan melalui perawatan (curing) pada saat pelaksanaan.

6. Perubahan volume (Kekentalan)

Keadaan pasta semen yang telah mengeras merupakan suatu ukuran yang menyatakan kemampuan pengembangan bahan-bahan campurannya dan kemampuan untuk mempertahankan volume setelah pengikatan terjadi. Pemeriksaan secara berkala perlu dilakukan.

a. Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan semen diuji dengan cara membuat mortar yang kemudian ditekan sampai hancur. Contoh semen yang akan diuji dicampur dengan pasir silika dengan perbandingan tertentu, Kemudian dibentuk Menjadi kubus-kubus berukuran 5x5x5 cm setelah berumur 3,7,14 dan 28 hari dan mengalami perawatan dengan perendaman, benda uji tersebut di uji kekuatan tekannya. (Tri mulyono, 2004).

Perbedaan persentasi bahan kimia dan bahan baku lainnya akan menyebabkan perbedaan sifat semen. Kandungan senyawa yang terdapat dalam semen akan membentuk karakter dan jenis semen. Peraturan Beton 1989 (SKBI.1.4.53.1989) dalam ulasannya di halaman 1, Membagi semen Portland menjadi lima jenis (SK.SNI.T-15-1990-03:2),

2.3.2 Agregat

Agregat merupakan bahan-bahan utama campuran beton yang disatukan oleh semen. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, Komposisi agregat tersebut berkisar 60%-70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat ini pun menjadi penting. karena itu perlu dipelajari karakteristik agregat yang akan menentukan sifat mortar atau beton yang akan dihasilkan.

A. Klasifikasi agregat

Agregat untuk beton dapat diklasifikasikan sebagai berikut

1. Berdasarkan sumbernya, agregat dapat dibagi menjadi dua, yaitu :
 - a. Agregat alam, yaitu agregat yang menggunakan bahan baku dari batu alam atau penghancurannya, jenis batuan yang baik digunakan untuk agregat halus harus keras, kekal dan tidak pipih. Agregat alam terdiri dari (1) Kerikil dan pasir alam, agregat yang berasal dari penghancuran oleh alam dan induknya. Biasanya ditemukan disekitar sungai atau didaratan . Agregat Beton alami berasal dari pelapukan atau dari desintegrasi dari batuan besar, baik dari batuan beku, sedimen maupun metamorf. Bentuknya bulat tetapi biasanya tercampur dengan kotoran. (2) Agregat batu pecah, yaitu dari batu alam yang dipecah menggunakan alat pemecah dan dapat menghasilkan ukuran agregat yang seragam dengn ukuran tertentu.
 - b. Agregat buatan, yaitu Agregat yang dibuat dengan tujuan penggunaan khusus (tertentu). Biasanya agregat buatan adalah agregat ringan. Contoh agregat buatan adalah : batu bata pecah yang bersih, Klinker yang berasal dari limbah pembangkit tenaga uap.

2. Berdasarkan diameter butiran , agregat dapat dibagi menjadi dua, (Tri mulyono, 2004), yaitu :
 - a. Agregat halus, yaitu agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4,8 mm (SII.0052,1980) atau 4,75 mm (ASTM C33,1982) atau 5,0 (BS.812,1976). Agregat halus biasanya dinamakan pasir.
 - b. Agregat kasar, yaitu agregat yang semua butirannya tertinggal diatas ayakan 4,8 mm (SII.0052,1980) atau 4,75 mm (ASTM C33,1982) atau 5,0 (BS.812,1976). Agregat halus biasanya dinamakan kerikil, batu pecah, split dan lain sebagainya.
3. Berdasarkan berat agregat dapat dibagi menjadi tiga Yaitu :
 - a. Agregat ringan, yaitu agregat yang mempunyai berat jenis 1900 kg/m^3 biasanya digunakan untuk membuat beton ringan. Terdiri dari : batu apung, asbes dan terak dapur tinggi dengan gelembung udara.
 - b. Agregat normal, yaitu agregat yang mempunyai berat jenis rata-rata sekitar 2,5-2,7 atau tidak boleh kurang dari $1,2 \text{ kg/m}^3$.Beton yang dibuat dengan menggunakan agregat normal adalah beton normal, yaitu beton yang mempunyai berat isi $2.200-2.500 \text{ kg/m}^3$. Kekuatan tekannya 15-40 MPa. Agregat ini berasal dari granit, basalt dan kuarsa.
 - c. Agregat berat, yaitu agregat yang mempunyai berat jenis lebih besar dari 2.800 kg/m^3 . Beton yang dibuat dengan agregat ini biasanya digunakan untuk pelindung dari radiasi tertentu. Contoh agregat berat : magnelit dan butiran besi.

B. Sifat-sifat agregat dalam campuran beton

Sifat-sifat agregat sangat berpengaruh pada mutu campuran beton, untuk menghasilkan beton sesuai dengan kekuatan yang ingin dicapai. Sifat-sifat agregat ini harus diketahui agar kita dapat mengambil tindakan yang benar dalam mengatasi masalah yang timbul pada beton.

1. Bentuk

Dilihat dari bentuknya, Agregat ini terdiri dari beberapa macam (Tri mulyono, 2004) yaitu :

- a. Agregat bulat, Terbentuk karena terjadinya pengikisan oleh air atau keseluruhannya terbentuk karena pengerasan. Rongga udaranya minimum 33%.
- b. Agregat bulat sebagian atau tidak teratur, Agregat ini secara ilmiah berbentuk tidak teratur. Rongga udara sekitar 35%-38%, sehingga membutuhkan lebih banyak pasta semen agar lebih mudah dikerjakan .
- c. Agregat bersudut, Agregat ini memiliki sudut-sudut yang tampak jelas, yang terbentuk ditempat-tempat perpotongan bidang-bidang dengan permukaan kasar,rongga udara pada agregat ini berkisar antara 38%-40%, sehingga membutuhkan lebih banyak lagi pasta semen agar mudah dikerjakan.
- d. Agregat panjang, Agregat ini panjangnya jauh lebih besar dari pada lebarnya, dan lebarnya jauh lebih besar dari pada tebalnya. Agregat ini berpengaruh buruk pada mutu beton yang dibuat.
- e. Agregat pipih, Agregat inidisebut pipih karena perbandingan lebar dan tebalnya lebih kecil. Agregat pipih mempunyai perbandingan antara

panjang dan lebar dengan ketebalannya rasio 1:3 yang dapat digambarkan sama dengan uang logam.

- f. Agregat pipih dan panjang, Agregat jenis ini mempunyai panjang yang jauh lebih besar dari pada lebarnya, sedangkan lebarnya jauh lebih besar dari pada tebalnya.

Dari berbagai macam jenis agregat di atas pengaruhnya terhadap beton segar adalah dalam sifat pengerjaan beton. Agregat dengan bentuk bersudut akan sukar dikerjakan, berbeda dengan yang berbentuk bulat. Hal ini dikarenakan gesekan antar agregat pada bentuk yang bersudut lebih besar dibandingkan dengan berbentuk bulat. Selain itu, karena rongga udara pada agregat bersudut berkisar antara 38%-40% sehingga membutuhkan lebih banyak pasta semen agar mudah dikerjakan, Berbeda dengan agregat bulat yang memiliki agregat lebih kecil dan tidak membutuhkan banyak pasta semen dalam pengerjaannya. Demikian pula agregat yang berbentuk pipih dan lonjong akan mengalami kesulitan pada saat pelaksanaan pengecoran, karena menghambat masuknya campuran mortar ke dalam cetakan yang sempit atau karena tulangan yang terlalu rapat.

2. Kekuatan

Kekuatan beton tidak lebih tinggi dari kekuatan agregat. Kekuatan agregat dapat bervariasi dalam batas yang besar. Butir-butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua hal :

- a. Karena terdiri dari bahan yang lemah atau terdiri dari partikel yang kuat tetapi tidak baik dalam hal pengikatan.

- b. Porositas Besar, Porositas besar mempengaruhi keuletan yang menentukan ketahanan terhadap beban kejut .

Untuk menguji kekuatan agregat dapat menggunakan bejana *rudelloff* maupun *Los Angeles Test*. Sesuai dengan SII.0052-80. Bejana *Rudelloff* berupa bejana yang berbentuk silinder baja dengan garis tengah bagian dalam 11,8 cm dan tingginya 40 cm dengan dilengkapi stempel pada dasarnya. Dengan menggunakan *Los Angeles Test* berupa mesin silinder baja yang tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm dan panjangnya 50 cm (Tri mulyono, 2004).

3. Gradasi agregat

Gradasi agregat sangat mempengaruhi kepadatan beton. Untuk menghasilkan beton yang padat, diantaranya butiran agregat harus bervariasi dari ukuran yang paling kecil hingga yang paling besar. Untuk mendapatkan campuran beton yang padat kadang-kadang kita harus mencampur beberapa jenis agregat. Dalam pekerjaan beton yang banyak dipakai adalah agregat normal dengan gradasi yang harus memenuhi syarat standar.

Syarat susunan butiran agregat untuk beton sudah diatur dalam SK-SNI T-15-1990-03, atau standar asing lainnya seperti ASTM dan British standart (BS).

4. Kadar air

Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam suatu agregat. Kadar air pada agregat berbeda sesuai dengan kondisi agregatnya. kadar air agregat dapat di bedakan menjadi empat jenis :

- a. Kadar air kering tungku, Yaitu keadaan yang benar-benar tidak berair
 - b. Kadar air kering udara, Yaitu kondisi agregat yang permukaannya kering tetapi sedikit mengandung air di dalam porinya dan masih dapat menyerap air.
 - c. Kondisi jenuh kering permukaan (JPK), Yaitu keadaan dimana tidak ada air di permukaan agregat tetapi agregat tersebut masih mampu menyerap air. Pada kondisi ini, air dalam agregat tidak akan menambah atau mengurangi air pada campuran beton.
 - d. Kondisi basah, Yaitu kondisi dimana butir-butir agregat banyak mengandung air, sehingga akan menyebabkan penambahan kadar air dalam campuran beton.
5. Berat jenis dan daya serap agregat

Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Berat jenis dari agregat pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton sehingga secara langsung menentukan banyaknya campuran agregat dalam campuran beton. Hubungan antara berat jenis dan daya serap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air agregat tersebut.

C. Pemeriksaan mutu agregat dan syarat mutu agregat

Pemeriksaan mutu agregat dimaksudkan untuk mendapatkan bahan-bahan campuran beton yang memenuhi syarat. Sehingga beton yang dihasilkan nantinya sesuai dengan yang diharapkan. Jika dilihat dari volume agregat dalam campuran beton, agregat memberikan kontribusi yang besar terhadap campuran.

1. Agregat normal menurut SII.0052

a. Agregat Halus

- 1) Modulus halus butir 1.5 sampai 3.8
- 2) Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (0.075 mm) maksimum 5%
- 3) Kadar zat organik yang terkandung yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat (Na_2SO_4) 3%, jika dibandingkan dengan warna standar/ pembanding tidak lebih tua dari pada warna standar.
- 4) Kekekalan (jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10%, dan jika di pakai magnesium sulfat, maksimum 15%).

b. Agregat Kasar

- 1) Modulus halus butir 6.0 sampai 7.1
- 2) Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (0.075 mm) maksimum 1%.
- 3) Kadar bagian yang lemah jika diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%.
- 4) Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12%, dan jika dipakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 18%.
- 5) Tidak bersifat reaktif terhadap alkali jika kadar alkali dalam semen sebagai Na_2O lebih besar dari 0.6%.
- 6) Tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%.
- 7) Kekerasan agregat harus memenuhi syarat seperti Tabel 2.2 di atas.

2. Agregat normal menurut ASTM C.33

Agregat normal yang dipakai dalam campuran beton sesuai dengan ASTM, berat isinya tidak boleh kurang dari 1200 kg/m^3 .

a. Agregat Halus

- 1) Modulus halus butir 2.3 sampai 3.1
- 2) Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (0.075 mm atau No.200) dalam persen berat maksimum,
 - Untuk beton yang mengalami abrasi sebesar 3.0%
 - Untuk beton jenis lainnya sebesar 5%.
- 3) Kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah dirapikan maksimum 3%.
- 4) Kandungan arang dan lignit,
 - Bila tampak permukaan beton dipandang penting, maksimum 0.5%.
 - Beton jenis lainnya, maksimum 1.0 % .
- 5) Kadar zat organik yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat (Na_2SO_4) 3%, tidak menghasilkan warna yang lebih tua dibanding warna standar. Jika warnanya lebih tua maka ditolak kecuali :
 - Warna lebih tua timbul karena sedikit adanya arang lignit atau yang sejenis
 - Ketika duji dengan uji perbandingan kuat tekan beton yang dibuat dengan pasir standar silika hasilnya menunjukkan nilai lebih besar dari 95%.

- 6) Tidak boleh bersifat reaktif terhadap alkali jika dipakai untuk beton yang berhubungan dengan basah dan lembab atau yang berhubungan dengan bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali semen, dimana penggunaan semen yang mengandung natrium oksida tidak lebih dari 0.6%.
- 7) Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10%, dan jika dipakai magnesium sulfat, maksimum 15%.
- 8) Susunan gradasi harus memenuhi syarat .

b. Agregat Kasar

- 1) Tidak boleh bersifat reaktif terhadap alkali jika dipakai untuk beton yang berhubungan dengan basah dan lembab atau yang berhubungan dengan bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali semen, dimana penggunaan semen yang mengandung natrium oksida tidak lebih dari 0.6%.
- 2) Susunan gradasi harus memenuhi syarat.
- 3) Kadar bahan atau partikel yang berpengaruh buruk pada beton.
- 4) Sifat fisika yang mencakup kekerasan agregat diuji dengan bejana Los Agelos dan sifat kekal. batas ijin partikel yang berpengaruh buruk terhadap beton dan sifat fisika yang diijinkan untuk agregat kasar.

2.3.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang

mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar air garam, minyak, gula, atau bahan-bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

Karena pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang penting, tetapi perbandingan air dengan semen atau yang biasa disebut sebagai Faktor Air Semen (*water cement ratio*). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton.

A. Sumber-sumber air

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ dan lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan untuk campuran beton. Sumber-sumber air yang ada (Tri mulyono,2004) adalah :

1. Air yang terdapat di udara, Air yang terdapat di udara atau atmosfer adalah air yang terdapat di awan. Kemurnian air ini sangat tinggi. Air yang terdapat dalam atmosfer kondisinya sama dengan air suling, sehingga sangat mungkin untuk mendapatkan beton yang baik dengan menggunakan air ini.
2. Air hujan, Air hujan menyerap gas-gas serta uap dari udara ketika jatuh ke bumi, Biasanya air hujan mengandung unsur oksigen, nitrogen dan karbondioksida.
3. Air tanah, Terdiri dari unsure kation (seperti Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , dan K^+) dan unsur Anion pada kadar yang lebih rendah, Terdapat juga unsur Fe, Mn, Al, B,

F dan Se. disamping itu air tanah juga menyerap gas-gas serta bahan-bahan organik seperti CO₂, H₂S, dan NH₃.

4. Air permukaan, Air permukaan dibagi menjadi air sungai, air danau, situ, dan air genangan. Erosi yang disebabkan oleh aliran air permukaan, membawa serta bahan-bahan organik dan mineral-mineral. Air sungai atau air danau dapat digunakan sebagai campuran beton, asal tidak tercemar oleh air buangan industri. Air rawa-rawa atau air genangan tidak dapat digunakan sebagai bahan campuran beton, kecuali setelah melalui pengujian kualitas air.
5. Air laut, Air laut mengandung 30.000-36.000 mg garam per liter (3%-3,6%) pada umumnya dapat digunakan sebagai campuran untuk beton tidak bertulang, beton pra-tegang dan beton pra-tekan atau dengan kata lain untuk beton-beton mutu tinggi. Air laut tidak boleh digunakan pembuatan beton pra-tegang atau pra-tekan, karena batang-batang baja pra-tekan langsung berhubungan dengan betonnya. Air laut sebaliknya tidak digunakan untuk beton yang ditanami alumunium di dalamnya beton yang memakai tulangan atau yang mudah mengalami korosi pada tulangannya akibat perubahan panas (temperatur) dan lingkungan lembab. (ACI 318-89:2-2)

B. Pemilihan pemakaian air

Pemilihan air yang digunakan sebagai campuran beton didasarkan pada campuran beton. Air tersebut harus berasal dari sumber yang sama dan terbukti menghasilkan beton yang memenuhi syarat. Jika air yang ada dari sumber belum terbukti memenuhi syarat, harus dilakukan uji tekan mortar yang dibuat dengan air tersebut, yang kemudian dibandingkan dengan campuran mortar yang menggunakan air suling.

C. Syarat mutu air menurut British Standard (BS.3148-80)

Berikut adalah criteria yang harus dipenuhi oleh air yang akan digunakan sebagai campuran beton. Jika ketentuan ketentuan dibawah ini tidak terpenuhi, Sebaiknya air tidak digunakan untuk membuat campuran beton. Syarat-syarat tersebut antara lain adalah (Tri mulyono, 2004) :

1. Garam-garam Anorganik, Ion-ion utama yang terdapat dalam air adalah kalsium, magnesium, natrium, kalium, bikarbonat, sulfat, klorida, nitrat, dan karbonat. Gabungan ion-ion tersebut tidak boleh lebih besar dari 2000 mg per liter. garam-garam anorganik ini akan memperlambat waktu pengikatan beton dan menyebabkan menurunnya kekuatan beton. Konsentrasi garam-garam tersebut hingga 500 ppm dalam campuran beton masih diijinkan.
2. NaCl dan Sulfat, Konsentrasi NaCl atau garam dapur sebesar 20000 ppm pada umumnya masih diijinkan. Air campuran beton mengandung 1250 ppm natrium sulfat, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$, dapat digunakan dengan hasil yang memuaskan.
3. Air asam, Air campuran asam dapat digunakan atau tidak berdasarkan konsentrasi asamnya yang dinyatakan dalam ppm (*Parts per million*). Bisa atau tidaknya air ini digunakan ditentukan berdasarkan nilai pH. Air netral biasanya mempunyai pH sekitar 7.00. nilai pH diatas 7.00 menyatakan keadaan kebasaan dan nilai pH Menyatakan nilai keasaman. Semakin tinggi nilai asam (pH >3.00), semakin sulit kita mengelola pekerjaan beton. Karena itu penggunaan air dengan pH diatas 3.00 harus dihindarkan.
4. Air basa, Air dngan kandungan natrium hidroksida sekitar 0.5% dari berat semen, tidak banyak berpengaruh pada kekuatan beton, asalkan waktu

pengikatan tidak berlangsung dengan cepat. Konsentrasi bias lebih tinggi dari 0.5% berat semen akan mempengaruhi kekuatan beton.

5. Air gula, Apabila kadar gula dalam campuran dinaikkan hingga mencapai 0.2% dari berat semen, maka waktu pengikatan biasanya akan semakin cepat. Gula sebanyak 0.25% berat semen atau lebih akan mengakibatkan bertambah cepatnya waktu pengikatan secara signifikan dan berkurangnya kekuatan beton pada umur 28 hari.
6. Minyak, Minyak mineral atau minyak tanah dengan konsentrasi lebih dari 2% berat semen dapat mengurangi kekuatan beton hingga 20%. Karena itu penggunaan air yang tercemar minyak sebaiknya dihindari.
7. Rumput laut, Rumput laut yang tercampur dalam air campuran beton dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton secara signifikan. Bercampurnya rumput laut dengan semen akan mengakibatkan berkurangnya daya lekat dan menimbulkan terjadinya sangat banyak gelembung-gelembung udara dalam beton. Beton menjadi keropos dan pada akhirnya kekuatannya akan berkurang. Rumput laut dapat juga dijumpai dalam agregat terutama jika agregat yang digunakan adalah agregat halus dari pasir pantai. Hal itu membuat hubungan antara agregat dan pasta semen terganggu, bahkan menjadi buruk.
8. Zat-zat Organik, Lanau dan Bahan-bahan Terapung, Kandungan zat organik dalam air dapat mempengaruhi waktu pengikatan semen dan kekuatan beton. Air yang berwarna tua, berbau tidak sedap dan mengandung butir-butir lumut perlu diragukan dan harus diuji sebelum dipakai. Kira-kira 2000 ppm lempung yang terapung atau bahan-bahan halus yang berasal dari batuan diijinkan ada dalam campuran. Untuk mengurangi kadar lanau dan lempung dalam adukan

beton, yang mengandung lumpur harus diendapkan terlebih dahulu dalam bak-bak penampung sebelum digunakan.

9. Pencemaran limbah Industri atau air limbah, Air yang tercemar limbah industri sebelum dipakai harus dianalisis kandungan pengotornya dan diuji (dengan percobaan perbandingan) untuk mengetahui pengikatannya dan kekuatan tekan betonnya. Air limbah biasanya mengandung 400 ppm senyawa organik. Setelah air limbah itu disaring ditempat yang cocok untuk keperluan pencampuran beton, konsentrasi senyawa organik biasanya turun menjadi 20 ppm atau kurang dari itu. Jadi, setelah disaring, barulah air limbah dapat digunakan.

D. Perawatan Beton (menurut SNI 2002 dan PBI 1971)

Untuk mencegah pengeringan bidang-bidang beton, selama paling sedikit dua minggu beton harus dibasahi terus-menerus dengan menutupinya dengan karung-karung basah. Pada pelat-pelat atap pembasahan terus-menerus ini harus dilakukan dengan merendamnya (menggenanginya) dengan air. Pada hari-hari pertama sesudah selesai pengecoran, proses pengerasan tidak boleh diganggu. Sangat dilarang untuk mempergunakan lantai yang belum cukup mengeras sebagai tempat penimbunan bahan-bahan atau sebagai jalan untuk mengangkut bahan-bahan yang berat.

Adapun langkah-langkah perawatan pada beton sebagai berikut :

1. Beton harus dirawat pada suhu di atas 10°C dan dalam kondisi lembab untuk sekurang-kurangnya selama 7 hari setelah pengecoran, kecuali jika proses perawatan dipercepat.

2. Beton harus dirawat pada suhu di atas 10°C dan dalam kondisi lembab untuk sekurang-kurangnya selama 3 hari pertama.
3. Perawatan dipercepat
 - a. Perawatan dengan uap bertekanan tinggi, penguapan pada tekanan atmosfer, panas dan lembab, atau proses lainnya yang dapat diterima, dapat dilakukan untuk mempercepat peningkatan kekuatan dan mengurangi waktu perawatan.
 - b. Percepatan waktu perawatan harus memberikan kuat tekan beton pada tahap pembebanan yang ditinjau sekurang-kurangnya sama dengan kuat rencana perlu pada tahap pembebanan tersebut.
 - c. Proses perawatan harus sedemikian hingga beton yang dihasilkan mempunyai tingkat keawetan paling tidak sama dengan yang dihasilkan oleh metode perawatan biasa.
4. Bila diperlukan oleh pengawas lapangan, maka dapat dilakukan penambahan uji kuat tekan beton sesuai peraturan untuk menjamin bahwa proses perawatan yang dilakukan telah memenuhi persyaratan.

Tujuan pelaksanaan perawatan beton adalah untuk memastikan reaksi hidrasi senyawa semen termasuk bahan tambahan atau pengganti supaya dapat berlangsung secara optimal sehingga mutu beton yang diharapkan dapat tercapai, dan menjaga supaya tidak terjadi susut yang berlebihan pada beton akibat kehilangan kelembaban yang terlalu cepat atau tidak seragam, sehingga dapat menyebabkan retak.

Perawatan beton ini dilakukan setelah beton mencapai final setting, artinya beton telah mengeras, perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya beton tersebut tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, pada beton akan terjadi keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat.

Pelaksanaan perawatan beton dilakukan segera setelah beton mengalami atau memasuki fase hardening (untuk permukaan beton yang terbuka) atau setelah pembukaan cetakan, selama durasi tertentu yang dimaksudkan untuk memastikan terjaganya kondisi yang diperlukan untuk proses reaksi senyawa kimia yang terkandung dalam campuran beton.

Fungsi utama dari perawatan beton adalah untuk menghindari beton dari :

1. Kehilangan air semen yang banyak
2. Kehilangan air akibat penguapan
3. Perbedaan suhu beton dengan lingkungan yang terlalu besar.

Waktu dan metode pelaksanaan perawatan tergantung dari :

1. Jenis atau tipe semen yang digunakan, termasuk bahan tambahan atau bahan pengganti yang dipakai pada campuran beton.
2. Jenis / tipe luasan permukaan elemen struktur yang dilaksanakan.
3. Kondisi cuaca, suhu, dan kelembaban di area lokasi pekerjaan.
4. Penetapan nilai dan waktu yang digunakan untuk kuat tekan karakteristik beton (28 hari atau selain 28 hari, tergantung dari spesifikasi yang ditentukan oleh konsultan perencana / desain)

Sedangkan kualitas dan durasi (lama) pelaksanaan perawatan pada beton berpengaruh pada :

1. Mutu / kekuatan beton (*strength*)
2. Keawetan struktur beton (*durability*)
3. Kekedapan air pada beton (*water-tightness*)
4. Ketahanan permukaan beton, misal terhadap keausan (*wear resistance*)

5. Kestabilan volume pada beton, yang berhubungan dengan susut atau pengembangan (*volume stability : shrinkage and expansion*)

Beberapa metoda yang biasa digunakan untuk perawatan beton yaitu :

1. Membasahi permukaan beton secara berkala dengan air supaya selalu lembab selama perawatan (bisa dengan sistem sprinkler supaya praktis)
2. Merendam beton dengan air (dengan penggenangan permukaan beton)
3. Membungkus beton dengan bahan yang dapat menahan penguapan air (misal plastik, dsb)
4. Menutup permukaan beton dengan bahan yang dapat mengurangi penguapan air dan dibasahi secara berkala (misal dengan plastik berpori atau non-woven geotekstile dan disiram secara berkala selama perawatan)
5. Menggunakan material khusus untuk perawatan beton (*curing compound*)

Macam-macam perawatan beton

Perawatan beton ini dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti pembasahan, penguapan (steam) serta dapat dilakukan juga dengan cara menggunakan membran.

1. Perawatan dengan pembasahan

Metode ini dapat dilakukan di laboratorium maupun di lapangan. Pekerjaan perawatan dengan pembasahan dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu :

- a. Meletakkan beton segar di dalam ruangan yang lembab
- b. Merendam beton segar di dalam air
- c. Menyelimuti beton dengan karung basah
- d. Menggenangi permukaan beton dengan air

2. Perawatan dengan penguapan

Perawatan beton dengan uap dapat dibagi menjadi dua, yaitu perawatan dengan tekanan rendah dan perawatan dengan tekanan tinggi. Perawatan dengan tekanan rendah berlangsung selama 10-12 jam pada suhu 40°C-55°C, sedangkan penguapan dengan suhu tinggi dilaksanakan selama 10-16 jam pada suhu 40°C-55°C. Sebelum perawatan ini dilakukan, beton harus dipertahankan pada suhu 10°C-30°C selama beberapa jam.

Perawatan beton dengan cara penguapan berguna pada daerah yang mempunyai musim dingin. Perawatan ini harus diikuti dengan perawatan dengan pembasahan setelah lebih dari 24 jam, agar kuat tekan beton dapat tercapai sesuai dengan rencana pada umur 28 hari.

3. Perawatan dengan membran

Membran yang digunakan untuk perawatan yaitu berupa penghalang fisik untuk menghilangkan penguapan air. Bahan yang digunakan harus kering dalam waktu 24 jam, dan membentuk selembat film yang kontiniu, melekat dan tidak bergabung, tidak beracun, tidak selip, bebas dari lubang-lubang halus dan tidak membahayakan beton.

Perawatan dengan membran berupa lembaran plastik atau lembaran lain yang kedap air sangat berguna untuk perawatan pada lapisan perkerasan beton (*rigid*). Cara ini harus dilakukan sesegera mungkin setelah waktu pengikatan beton. Perawatan dengan cara ini dapat juga dilakukan setelah atau sebelum perawatan dengan pembasahan.

2.4 Data Komponen Air Tawar

1. Warna, Bau, dan Rasa Air Tawar (*Effect of Sediment*)

Air tawar pada umumnya tidak berwarna, sehingga tampak bersih, bening dan jernih. Tetapi pada beberapa jenis air tawar juga bisa memperlihatkan warna yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena sedimen (bebatuan) dan organisme yang hidup di dalamnya.

Air permukaan dan air sumur pada umumnya mengandung bahan-bahan metal terlarut seperti Na, Mg, Ca, dan Fe. Air yang mengandung komponen - komponen tersebut dalam jumlah tinggi disebut air sadah. Walaupun bahan-bahan tersuspensi dan bakteri mungkin telah dihilangkan dari air tersebut, namun demikian air minum dimungkinkan masih mengandung komponen-komponen terlarut.

Pada dasarnya air murni tidak enak untuk diminum karena beberapa bahan yang terlarut dapat memberikan rasa yang spesifik terhadap air minum. Oleh karena itu, air minum yang lazim diperdagangkan bukan merupakan air murni. Jadi air yang tidak tercemar, merupakan air yang tidak mengandung bahan-bahan asing tertentu dalam jumlah melebihi batas yang ditetapkan sehingga air tersebut dapat digunakan secara normal untuk berbagai keperluan. Adanya benda-benda asing yang mengakibatkan air tidak dapat digunakan secara normal disebut dengan polusi/pencemaran. Kebutuhan makhluk hidup akan air sangat bervariasi, maka batasan-batasan pencemaran untuk berbagai jenis air juga berbeda.

Warna air pada dasarnya dibedakan menjadi warna sejati (*true color*) yang disebabkan oleh bahan-bahan terlarut, dan warna semu (*apparent color*), yang selain disebabkan oleh adanya bahan-bahan terlarut juga karena adanya bahan-

bahan terlarut juga karena adanya bahan-bahan tersuspensi, seperti yang bersifat koloid.

Air yang normal pada dasarnya tidak mempunyai rasa. Timbulnya rasa pada air lingkungan (kecuali air laut yang mempunyai rasa asin) merupakan indikasi kuat bahwa air telah tercemar. Rasa yang menyimpang tersebut biasanya disebabkan oleh adanya polusi, dan rasa yang menyimpang tersebut biasanya dihubungkan dengan baunya karena pengujian terhadap rasa air jarang dilakukan.

2. Kenaikan suhu air (*Raising of Temperature*)

Air menstabilkan suhu udara dengan menyerap panas dari udara yang lebih hangat dan kemudian melepaskannya ke udara yang lebih dingin. Air cukup efektif sebagai penyimpan panas karena dapat menyerap dan melepaskan panas dalam jumlah besar, dengan hanya mengalami sedikit perubahan suhu.

Proses suatu industri pada umumnya menimbulkan panas. Untuk menormalkan suhu biasanya digunakan air sebagai pendinginnya. Suhu air sungai yang relative tinggi dapat ditandai seperti munculnya ikan dan hewan air lainnya ke permukaan untuk mendapatkan oksigen.

2.5. Data Komponen Air Laut

Sebanyak 54 garam, garam ganda dan garam terhidrasi dapat diperoleh dengan cara menguapkan air laut sampai kering. Setidaknya 73 elemen yang sekarang dikenal untuk berada dalam air laut.

Kandungan garam keseluruhan, yang dikenal sebagai salinitas (massa garam dalam satuan gram yang terkandung dalam 1 kg air laut), sedikit bervariasi dalam kisaran 32-37,5%, sesuai dengan larutan kadar garam sekitar 0,7%. Rasio konsentrasi ion yang berbeda, bagaimanapun, adalah cukup konstan, sehingga pengukuran

konsentrasi Cl^- cukup untuk menentukan komposisi keseluruhan dan jumlah salinitas. Meskipun sebagian besar unsur ditemukan dalam air laut hanya pada kadar yang sangat kecil, organisme laut dapat selektif menyerap mereka dan membuat mereka lebih terdeteksi. Yodium, misalnya, ditemukan pada ganggang laut (rumput laut) 14 tahun sebelum ditemukan dalam air laut. Unsur-unsur lain yang tidak terdeteksi dalam air laut sampai setelah mereka ditemukan dalam organisme laut termasuk barium, kobalt, tembaga, timah, nikel, perak dan seng. Silikon, mungkin berasal dari pemboman sinar kosmik dari Argon (Ar), telah ditemukan dalam bunga karang laut. Keseimbangan pH air laut mencerminkan komposisi ionik yang konstan ini adalah pH, yang biasanya berada pada kisaran antara 7,8-8,2, dibandingkan dengan 1,5-11 untuk air tawar. pH penyangga ini berasal dari senyawa karbonat.