

# Pemanfaatan Air Laut Pada Beton Ditinjau Terhadap Nilai Kuat Tekan

Irzal Agus

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Indonesia  
[irzalagus@unidayan.ac.id](mailto:irzalagus@unidayan.ac.id)

Dikirim: 05 September 2022, Revisi: 20 September 2022, Diterima: 21 September 2022

## Abstrak

*Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan air laut terhadap nilai kuat tekan pada beton. Uji kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 3, 7, dan 28 hari, menggunakan benda uji silinder 15 cm x 30 cm, jumlah sampel dibuat sebanyak 30 benda uji. Hasil pengujian kuat tekan beton menggunakan air laut pada umur 3 hari rata-rata mencapai 92,20 kg/cm<sup>2</sup> (9,22 MPa) dan untuk umur 7 hari rata-rata mencapai 136,70 kg/cm<sup>2</sup> (13,67 MPa) sedangkan untuk umur 28 hari rata-rata mencapai 193,40 kg/cm<sup>2</sup> (19,34 MPa), sedangkan pengujian beton menggunakan air tawar pada umur 28 hari rata-rata mencapai 202,70 kg/cm<sup>2</sup> (20,27 MPa), pengujian beton biasa maupun beton menggunakan air laut pada umur 3, 7 dan 28 hari rata-rata mengalami peningkatan nilai kuat tekannya, selisih nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari adalah sebesar 4,58%.*

**Kata kunci :** air laut, beton, kuat tekan.

## Pendahuluan

Beton adalah hasil pencampuran dari beberapa material yaitu agregat kasar, agregat halus, semen, air dan/atau bahan *additive* (bahan tambah) Mutu beton akan sangat berpengaruh terhadap bahan material yang akan digunakan, untuk itu pemilihan bahan material sangat menentukan mutu beton yang diharapkan.

Air sebagai salah satu material penting dalam pembuatan beton tentu harus memenuhi standar yang ditentukan, namun seiring dengan perkembangan zaman penggunaan air (air tawar) semakin berkurang, hal ini disebabkan oleh kondisi alam, perubahan iklim dan bahkan penggunaan air yang tidak efisien. Perubahan ini menjadi tantang kedepan bagi kehidupan manusia serta penggunaan air tawar pada pekerjaan konstruksi bangunan. Untuk itu melihat tantangan tersebut peneliti mencoba mencari solusi dengan menggunakan air laut sebagai pengganti air tawar dalam campuran beton. Penelitian tentang air laut sudah banyak dilakukan dengan menggunakan metode dan material yang beragam, dalam hal ini pula penelitian menggunakan air laut sebagai campuran beton dengan menggunakan material yang berbeda.

Kandungan NaCl banyak terdapat pada air laut, sehingga penting untuk mengetahui pengaruh

penambahan NaCl terhadap sifat dan kinerja beton.

Mencampur beton dengan air laut akan mengurangi penggunaan airnya hingga 12%. Selain itu, jika agregat yang diperoleh di darat diganti dengan agregat laut, maka pengurangan penggunaan air mencapai 84% (Arosio, Arrigoni, and Dotelli 2019). Penggunaan pasir laut dan air laut dalam beton adalah untuk menjaga sumber daya alam, memungkinkan konstruksi terjadi secara efisien dan berkelanjutan, menghilangkan biaya yang terkait dengan perbaikan pengelupasan beton dan untuk mengurangi dampak buruk perubahan iklim yang ada (Dhondy, Remennikov, and Shiekh 2019). Kekuatan tekan dan selanjutnya kekuatan beton terkait lainnya terlihat meningkat untuk benda uji yang dicampur dan diawetkan dalam air laut pada usia awal hingga 14 hari, sementara penurunan yang pasti pada kekuatan masing-masing diamati pada usia lebih dari 28 hari dan hingga 90 hari. Pengurangan kekuatan meningkat dengan peningkatan waktu paparan, yang mungkin disebabkan oleh pembentukan kristalisasi garam yang mempengaruhi perolehan kekuatan (Wegian 2010). Menggunakan air laut dalam campuran beton hampir tidak berpengaruh pada pengukuran densitas, hasil, dan kandungan udara dari beton segar (Younis et al. 2018). Beton

campuran air laut menunjukkan peningkatan kekuatan lebih awal dibandingkan dengan beton campuran air tawar, namun setelah jangka panjang, tidak ada perbedaan signifikan dalam kekuatan tekannya (Mohammed, Hamada, and Yamaji 2004). Waktu pengerasan awal dan akhir beton air laut lebih singkat dibandingkan dengan beton biasa (Xiao et al. 2017). Salinitas dan pH yang relatif lebih tinggi dalam air laut dapat mempercepat hidrasi awal pada pasta semen, pengaruh air laut terhadap hidrasi semen menurun seiring dengan penurunan rasio air laut dan semen (W/B) (Zhao et al. 2021).

### Beton

Salah satu bahan yang digunakan untuk pekerjaan konstruksi bangunan adalah beton. Susunannya terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen, air dan bahan tambah (jika dibutuhkan). Karena terdiri dari beberapa bahan material maka beton juga merupakan bahan komposit, bahan campuran akan menentukan kualitas dari beton tersebut (Kardiyono Tjokodimulyo, 2007).

### Material penyusun beton

Adapun bahan material penyusun beton antara lain :

(a) semen adalah bahan perekaat yang dapat menempelkan *fragmen* mineral sebagai pematat karena bersifat *kohesif*.

(b) Agregat digunakan sebagai pengisi untuk campuran beton dan merupakan partikel mineral alami. Kandungan agregat antara 60%-70% dalam campuran beton, dari jumlah volume betonnya. Agregat terdiri atas; agregat halus ; memiliki ukuran partikel kurang dari 5 mm atau lolos saringan No. 4 dan tertahan pada saringan No. 200, berfungsi sebagai bahan pengisi pada campuran beton dan merupakan mineral alami. Agregat kasar ; mempunyai ukuran butir lebih besar dari agregat halus yaitu antara 5,00 mm sampai 40 mm.

(c) Air Laut; mengandung 3,5% garam-garaman. Kandungan garam utama terdiri dari klorida, natrium, sulfat, magnesium, kalsium, potasium dan sisanya merupakan bikarbonat, bromida, asam borak, strontium dan florida (Hidayat, 2011). Kandungan klorida (Cl) merupakan kandungan tertinggi pada air laut berupa

garam yang bersifat agresif terhadap bahan lain, termasuk beton.

### Pengaruh air laut pada beton

Garam sodium yang terdapat pada air laut dapat menghasilkan unsur baru bila dikombinasikan dengan material yang reaktif, begitupula kombinasi pada semen alkali. Menurut (Nugraha, 1990:65) air laut tidak boleh dipakai untuk beton karena berpotensi menjadi material alkali yang reaktif, bahkan pada kadar alkali yang rendah. Hal ini disebabkan karena sebagian dari garam-garam tersebut bereaksi secara kimiawi dengan semen dan dapat memperlambat proses pengikatan semen, yang berakibat mengurangi kekuatan beton tersebut. Pembentukan kristal garam dalam rongga beton dapat mengakibatkan kerusakan/kehancuran akibat tekanan kristalisasi tersebut. Menurut (Nugraha, 1989:169), kristalisasi air laut terjadi pada kondisi air mengalami penguapan, dan akan mengakibatkan kerusakan beton saat di atas permukaan air. Walaupun penggunaan air laut pada beton menunjukkan bahwa kekuatan awalnya lebih tinggi dari beton biasa, namun setelah umur 28 hari kekuatannya akan mengalami penurunan/lebih rendah. Kondisi pengurangan kekuatan ini dapat diantisipasi dengan mengatur/mengurangi faktor air semen (FAS).

### Metode Penelitian

Pengujian ini menggunakan metode eksperimen, sesuai standar (SNI-1974-2011 n.d.) serta standar lain yang relevan.

Pelaksanaan pembuatan benda uji dilakukan sesuai standar (SNI 03-2834-2000 n.d.), sampai pada proses perawatan beton hingga berumur 28 hari. Hal ini dilakukan untuk menjaga agar kelembaban permukaan beton tetap terjaga, sejak campuran beton dipadatkan hingga pada saat beton mengeras. Selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui nilai kuat tekan beton pada umur 3, 7 dan 28 hari.

### Hasil dan Pembahasan

#### Karakteristik material

Sumber material :

Agregat halus berupa pasir alami dan agregat kasar (kerikil alami) berasal dari kali Baubau kedua-duanya dari Kota Baubau, Sulawesi Tenggara.

## Agregat halus

**Tabel 1.** Hasil pemeriksaan sifat-sifat agregat halus.

| No | Jenis pemeriksaan | Hasil pemeriksaan agregat | Satuan             |
|----|-------------------|---------------------------|--------------------|
| 1  | Berat jenis :     |                           |                    |
|    | Berat jenis bulk  | 2,42                      | --                 |
|    | Berat jenis SSD   | 2,32                      | --                 |
|    | Berat jenis semu  | 2,25                      | --                 |
|    | Penyerapan        | 3,01                      | %                  |
| 2  | Berat isi lepas   | 1,51                      | gr/cm <sup>3</sup> |
| 3  | Berat isi padat   | 1,41                      | gr/cm <sup>3</sup> |
| 4  | Kadar air         | 3,01                      | %                  |
| 5  | Kadar lumpur      | 7,24                      | %                  |

Sumber : Hasil analisa data

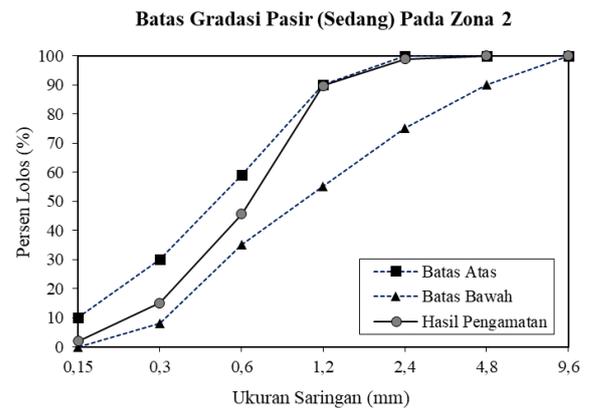
Hasil pemeriksaan kadar lumpur tidak memenuhi standar maka dilakukan proses pencucian agregat halus sampai memenuhi standar (maks. 5%), untuk nilai modulus halus butir agregat halus diperoleh sebesar 3,52. Untuk hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

**Tabel 2.** Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus

| No saringan | Lubang ayakan (mm) | Material 1000 gram            |            |                      |                   |
|-------------|--------------------|-------------------------------|------------|----------------------|-------------------|
|             |                    | Berat tertahan rata-rata (gr) | % Tertahan | % Kumulatif tertahan | % Kumulatif lolos |
| 3/8         | 9,60               | 0,00                          | 0,00       | 0,00                 | 0,00              |
| 4           | 4,80               | 0,82                          | 0,08       | 0,08                 | 99,92             |
| 8           | 2,40               | 10,90                         | 1,09       | 1,17                 | 98,83             |
| 16          | 1,20               | 90,85                         | 9,09       | 10,26                | 89,74             |
| 30          | 0,60               | 441,71                        | 44,17      | 54,43                | 45,57             |
| 50          | 0,30               | 305,00                        | 30,50      | 84,93                | 15,07             |
| 100         | 0,15               | 131,12                        | 13,11      | 98,04                | 1,96              |
| Pan         | -                  | 19,60                         | 1,96       | 100,00               | 0,00              |

Sumber : Hasil analisa data

Dari hasil analisa saringan agregat halus diperoleh data bahwa gradasi agregat masuk pada zona/daerah 2 yaitu kategori gradasi pasir agak kasar (sedang). Berikut gambar grafik batas gradasi pasir seperti yang diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



**Gambar 1.** Batas gradasi agregat halus (pasir alami)



**Gambar 2.** Gambar agregat halus (pasir alami)

## Agregat kasar

Agregat kasar batu kali Baubau memiliki tekstur bulat dan sebagian pipih seperti batu kali pada umumnya dan hasil pemeriksaan agregat tersebut dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

**Tabel 3.** Hasil pemeriksaan sifat-sifat agregat kasar

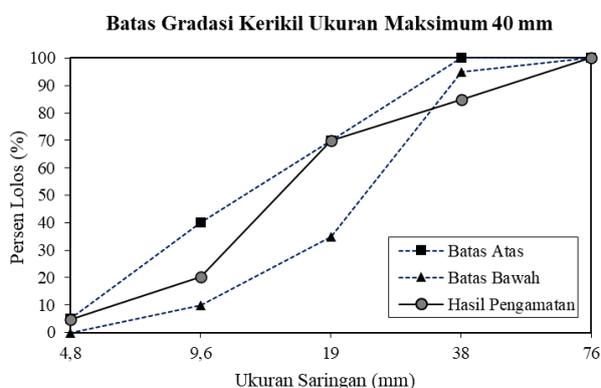
| No | Jenis pemeriksaan | Hasil pemeriksaan agregat | Satuan             |
|----|-------------------|---------------------------|--------------------|
| 1  | Berat jenis :     |                           |                    |
|    | Berat jenis bulk  | 2,80                      | --                 |
|    | Berat jenis SSD   | 2,72                      | --                 |
|    | Berat jenis semu  | 2,68                      | --                 |
|    | Penyerapan        | 1,53                      | %                  |
| 2  | Keausan           | 38,70                     | %                  |
| 3  | Berat isi lepas   | 1,47                      | gr/cm <sup>3</sup> |
| 4  | Berat isi padat   | 1,60                      | gr/cm <sup>3</sup> |
| 5  | Kadar air         | 0,81                      | %                  |
| 6  | Kadar lumpur      | 0,72                      | %                  |

Sumber : Hasil analisa data

**Tabel 4.** Hasil analisa saringan agregat kasar

| Nomor Saringan | Material 3000 Gram  |                     |              |           |
|----------------|---------------------|---------------------|--------------|-----------|
|                | Berat Tertahan (Gr) | Persen Tertahan (%) | Tertahan (%) | Lewat (%) |
| 3"             | 0,00                | 0,00                | 0,00         | 100,00    |
| 1 1/2"         | 455,00              | 15,17               | 15,17        | 84,83     |
| 3/4"           | 450,00              | 15,00               | 30,17        | 69,83     |
| 3/8"           | 1485,00             | 49,50               | 79,67        | 20,33     |
| No. 4          | 465,00              | 15,50               | 95,17        | 4,83      |
| Pan            | 145,00              | 4,83                | 100,00       | 0,00      |

Sumber : Hasil analisa data



**Gambar 3.** Batas gradasi agregat kasar (batu alam)



**Gambar 4.** Gambar agregat kasar (batu alam)

### Komposisi campuran beton

Setelah hasil uji karakteristik material maka dapat dilakukan pembuatan mix desain perencanaan campuran beton, dimana diketahui faktor air semen (fas) diperoleh sebesar 0,46, dengan rasio terhadap jumlah semen sebesar 1 : 1,45 : 3,32, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 5.** Perencanaan *mix design*

| Bahan beton | Berat/m <sup>3</sup> beton (Kg) | Rasio terhadap jml. semen | Berat untuk 1 sampel (Kg) | Berat untuk 9 sampel (Kg) |
|-------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Air         | 193,47                          | 0,51                      | 1,03                      | 15,38                     |
| Semen       | 377,55                          | 1,00                      | 2,00                      | 30,01                     |
| Pasir       | 546,89                          | 1,45                      | 2,90                      | 43,47                     |
| Kerikil     | 1252,09                         | 3,32                      | 6,63                      | 99,52                     |

Sumber : Hasil analisa data

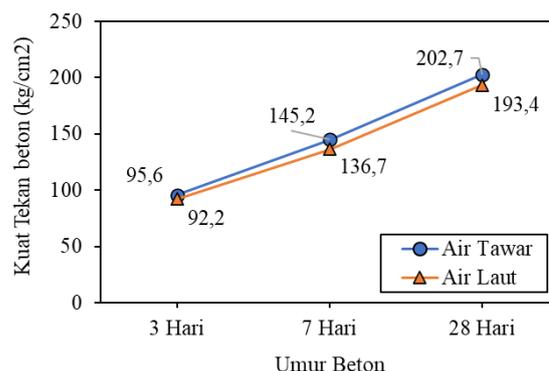
### Hasil pengujian kuat tekan beton

Dari hasil pengujian beton berjumlah 30 sampel baik untuk beton biasa dan beton yang menggunakan air laut diperoleh nilai kuat tekan rata-rata pada setiap umur betonnya, hal ini dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini :

**Tabel 6.** Hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata.

| No | Uraian (umur) | Kuat tekan (kg/cm <sup>2</sup> ) |          |
|----|---------------|----------------------------------|----------|
|    |               | Air Tawar                        | Air Laut |
| 1  | 3 hari        | 95,60                            | 92,20    |
| 2  | 7 hari        | 145,20                           | 136,70   |
| 3  | 28 hari       | 202,70                           | 193,40   |

Sumber : Hasil analisa data



**Gambar 5.** Grafik kuat tekan beton pada umur 3, 7 dan 28 hari

Dari grafik menunjukkan bahwa pengujian beton biasa maupun beton menggunakan air laut pada umur 3, 7 dan 28 hari rata-rata mengalami peningkatan nilai kuat tekannya, selisih nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari adalah sebesar 4,58%.



**Gambar 6.** Benda Uji Silinder

## Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat dikatakan bahwa penggunaan air laut pada campuran beton dapat digunakan, dimana untuk pengujian kuat tekan rata-rata beton pada umur 28 hari sebesar  $197,4 \text{ kg/cm}^2$  (19,74 MPa), tidak jauh berbeda dengan beton biasa yang mencapai kuat tekan sebesar  $202,7 \text{ kg/cm}^2$  (20,27 MPa) selisih 2,61%. Kuat tekan beton meningkat seiring dengan pertambahan umur beton.

## Daftar Pustaka

- ASTM C 33/03. *Standar Spesifikasi For Concrete Aggregates*.
- Arosio, V., A. Arrigoni, and G. Dotelli. 2019. "Reducing Water Footprint of Building Sector: Concrete with Seawater and Marine Aggregates." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 323(1). doi: 10.1088/1755-1315/323/1/012127.
- Dhondy, Tanaz, Alex Remennikov, and M. Neaz Shiekh. 2019. "Benefits of Using Sea Sand and Seawater in Concrete: A Comprehensive Review." *Australian Journal of Structural Engineering* 20(4):280–89. doi: 10.1080/13287982.2019.1659213.
- Mohammed, Tarek Uddin, Hidenori Hamada, and Toru Yamaji. 2004. "Performance of Seawater-Mixed Concrete in the Tidal Environment." *Cement and Concrete Research* 34(4):593–601. doi: 10.1016/j.cemconres.2003.09.020.
- SNI-1974-2011. n.d. "Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder."
- SNI 03-2834-2000. n.d. "SNI 03-2834-2000: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal." *Sni 03-2834-2000* 1–34.
- Wegian, Falah M. 2010. "Effect of Seawater for

Mixing and Curing on Structural Concrete." *IES Journal Part A: Civil and Structural Engineering* 3(4):235–43. doi: 10.1080/19373260.2010.521048.

- Xiao, Jianzhuang, Chengbing Qiang, Antonio Nanni, and Kaijian Zhang. 2017. "Use of Sea-Sand and Seawater in Concrete Construction: Current Status and Future Opportunities." *Construction and Building Materials* 155:1101–11. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.08.130.
- Younis, Adel, Usama Ebead, Prannoy Suraneni, and Antonio Nanni. 2018. "Fresh and Hardened Properties of Seawater-Mixed Concrete." *Construction and Building Materials* 190:276–86. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.09.126.
- Zhao, Yifan, Xiang Hu, Caijun Shi, Zuhua Zhang, and Deju Zhu. 2021. "A Review on Seawater Sea-Sand Concrete: Mixture Proportion, Hydration, Microstructure and Properties." *Construction and Building Materials* 295:123602. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2021.123602.