

Pengaruh Salinitas Air Laut Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Dua Jenis Semen

Rara Mutiara^{1*}, Mustakim², Muhammad Jabbir³

^{1,2,3}Univeristas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

**Korespondensi Penulis:* raramutiara14@gmail.com

Info Artikel	ABSTRAK (10 PT)
Dikirim: Diterima: Diterbitkan:	<p>Pengaruh air laut Indonesia, negara kepulauan terbesar di dunia, memiliki banyak bangunan beton yang terus-menerus terendam air atau terkena pengaruh air laut. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh perubahan komposisi jenis semen terhadap kuat tekan dan tarik beton. Untuk mengukur pengaruh perubahan komposisi jenis semen terhadap kuat tekan beton yang direndam dalam air laut dengan konsentrasi salinitas yang berbeda. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Bahan Struktur Universitas Muhammadiyah Parepare pada bulan Desember sampai dengan Februari 2024. Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan dan tarik beton berbeda-beda, yaitu semen PCC umur 7 hari sebesar 18,78 MPa, semen OPC umur 7 hari sebesar 19,82 MPa, dan semen PCC umur 14 hari sebesar 26,52 MPa dibandingkan dengan umur 14 hari. Semen OPC lama dibandingkan 27,65 MPa, semen PCC umur 28 hari 31,52 MPa, dan semen OPC umur 28 hari 32,74 MPa. Selain kuat tarik semen PCC 28 hari yaitu 8,074 MPa dibandingkan semen OPC, pada saat direndam dalam beton Salt I, beton PCC dan OPC menunjukkan kuat tekan beton sebesar 8,78 MPa dan 8,78 MPa dibandingkan beton rencana MPa. Hal ini disebabkan adanya perendaman pada Salinitas I yang memiliki salinitas 21,5 persen. Perendaman pada beton garam II, PCC dan OPC menurunkan kuat tekan beton rencana masing-masing sebesar 11,52 MPa dan 7,26 MPa. Hal ini disebabkan adanya perendaman pada Salinitas II yang memiliki salinitas 29 persen. Pada pengujian kuat tarik beton yang direndam dalam air laut dengan salinitas I, kuat tarik beton normal mengalami penurunan sebesar 2,889 MPa untuk beton PCC dan 2,259 MPa untuk beton OPC, serta sebesar 4,296 MPa untuk beton PCC dan 3,148 MPa untuk beton OPC</p>
Kata kunci:	
Kata kunci pertama; Kuat tekan	
Kata kunci kedua; Kuat Tarik belah	
Kata kunci ketiga; PCC	
Kata kunci keempat; OPC	
Kata kunci kelima. Sanitasi Air Laut	

1. PENDAHULUAN

Pengaruh air laut. Indonesia, sebagai Negara kepulauan terbesar didunia, memiliki sangat banyak bangunan beton yang selalu terendam atau terkena pengaruh air laut[1]. Jika dibandingkan dengan beton biasa, sebenarnya penggunaan material beton yang terkena pengaruh air laut memiliki persyaratan bahan yang berbeda.[2]

Salinitas laut adalah jumlah kadar garam yang terdapat dalam air laut. Salinitas berpengaruh terhadap kehidupan organisme perairan. Setiap daerah perairan di bumi ini memiliki salinitas yang berbeda-beda[3]. Garis yang menghubungkan kadar salinitas yang sama dalam peta dinamakan isohaline. Faktor yang mempengaruhi salinitas laut yaitu Penguapan, Curah Hujan, dan Banyak sedikitnya sungai yang bermuara.[4] Beton adalah jenis bahan bangunan buatan yang di gunakan untuk konstruksi dan bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Dengan ini perbandingan tertentu. Campuran bahan-bahan ini setelah di bentuk dan dicor atau dicetak, pada waktu tertentu akan mengeras yang berfungsi untuk menahan beban struktur.[5]

Kekuatan beton pada lingkungan air laut tentunya akan mempengaruhi kekuatan tekan beton. Garam-garam 3.5% yang memuat di air laut bisa makan tenaga beton. Air laut terdapat kandungan klorida (cl) tinggi sehingga mempunyai sifat garam yang kasar (salinitas) sehingga menembus pada beton beserta senyawa pada beton, menyebabkan beberapa kualitas yang lenyap, lenyap kekakuan dan kekakuan dengan reaksi pelapukan tercepat[6]

Salinitas air laut adalah jumlah kadar garam yang terdapat dalam air laut. Salinitas berpengaruh terhadap ketahanan struktur bawah bangunan yang berada didaerah pesisir pantai. Setiap daerah perairan di bumi ini memiliki salinitas yang berbeda-beda. Garis yang menghubungkan kadar salinitas yang sama dalam peta dinamakan isohaline[7]

Semen Portland Pozolan didefinisikan sebagai suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogeny antara semen Portland dan pozolan halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen Portland dan pozolan bersama-sama, atau mencampur secara merata bubuk semen Portland dengan bubuk pozolan, atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar pozolan 6% sampai dengan 40% massa semen Portland pozolan (PPC)[8]

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Adapun kuat tekan beton dapat dirumuskan sebagai berikut :[9]

$$f_c = P/A \quad (1)$$

Dimana :

f_c	=	Kuat tekan Beton (MPa)
P	=	Beban maksimum (N)
A	=	Luas permukaan sampel (mm ²)

Kuat tarik beton biasanya 8%-15% dari kuat tekan beton, kekuatan tarik adalah suatu sifat yang penting yang mempengaruhi perambatan dan ukuran dari retak didalam struktur. Kekuatan tarik biasanya ditentukan dengan menggunakan percobaan pembebanan silinder, dimana silinder yang ukurannya sama dengan benda uji dalam percobaan kuat tekan diletakkan pada sisinya di atas mesin uji dan beban tekan P dikerjakan secara merata dalam arah diameter disepanjang benda uji[10]. Hitung kuat tarik belah dari benda uji dengan rumus sebagai berikut :

$$F_{ct} = (2.P)/(L.D) \quad (2)$$

Dimana :

F_{ct}	=	kuat tarik belah	(MPa)
P	=	Beban uji maksimum	(N)
L	=	Panjang benda uji	(mm)
D	=	Diameter benda uji	(mm)

Adapun penelitian terdahulu yaitu pada penelitian Fajar Abdul Siddiq (2021) membahas tentang Meninjau Kekuatan Beton Pada Lingkungan Air Laut Pameungpeuk Kabupaten Garut. hasil pengujian kuat tekan beton normal menggunakan perawatan air tawar dan setelah itu direndam di lingkungan air laut dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton normal yang ditargetkan di laboratorium dalam penelitian ini adalah 22,62 MPa pada umur 28 hari. Namun, berdasarkan data hasil uji kuat tekan beton normal memperoleh mutu rata-rata kuat tekan beton normal pada umur 21 hari adalah 11,695 sebagaimana dijelaskan pada Lampiran 3, yang mengindikasikan target mutu rencana pada usia beton 28 hari tidak tercapai. Hasil 3 sampel pengujian kuat tekan beton normal yang direncanakan 20 Mpa selama 14 hari tanpa perendaman air laut mengalami peningkatan dan penurunan dengan rata-rata sebesar 11,69491 Mpa[11]. Kemudian Subagio, (2020) "Pengaruh Paparan Air Laut Terhadap Karakteristik Beton Dengan Penambahan Soda Api" dengan hasil pengujian menunjukkan beton normal K-175 yang dirawat menggunakan air laut mengalami penurunan kuat tekan sebesar 1,18% pada usia 3 hari, 1,05% pada usia 7 hari, 1,24% pada usia 14 hari, 1,1% pada usia 28 hari. Untuk beton yang menggunakan air laut sebagai campuran beton mengalami penurunan kuat tekan beton terhadap beton normal sebesar 8,1% pada usia 3 hari, dan 7,24% pada usia 7 hari[12]. Untuk penelitian selanjutnya Syamsul Bhari Ahmad, (2018) "Investigasi Pengaruh Air Laut Sebagai Air Pencampuran Dan Perawatan Terhadap Sifat Beton Hasil penelitian Kuat tekan beton yang dicampur dan dirawat dengan air laut (BLL) diperoleh 352,29 kg/cm² dengan porositas sebesar beton 17,06 %. Kuat tekan beton yang dicampur air laut dan dirawat dengan air tawar (BLT) diperoleh 331,61 kg/cm² dengan porositas beton 16,87 %. Kuat tekan beton yang dicampur dengan air tawar dan dirawat dengan air tawar (BTT) sebagai beton pembanding

diperoleh 314,05 kg/cm² dengan porositas 17,97 %. Kuat tekan beton yang dicampur dengan air tawar dan dirawat dengan air laut (BTL) diperoleh 297,80 kg/cm² dengan porositas 16,44 % [13]. Berdasarkan penelitian Hartini (2023) “Tinjauan Nilai Kuat Beton Menggunakan Air Laut. Hasil Dapat dilihat Kuat tekan beton untuk kedua variasi mengalami peningkatan dari umur 3 hari sampai 28 hari, dimana beton perawatan air laut mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 3,58% dibanding beton perawatan air tawar [14]. Berdasarkan penelitian Diawarman, (2019) “Analisa Pengaruh Kuat Tekan Beton K.250 Dengan Menggunakan Air Asin (Air Laut) + Kapur Gamping Dan Air Tawar”. Hasil menunjukkan Beton normal, kuat tekan umur beton 28 hari sebesar 255,13 kg/cm² . - Beton dengan menggunakan air laut, kuat tekan umur beton 28 hari sebesar 250,60 kg/cm² [15]

2. METODE PENELITIAN (10 PT)

Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental adalah cara penyajian dimana siswa dapat melakukan percobaan dengan mengalami dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajarinya. Dalam proses belajar mengajar dengan metode ini siswa diberi kesempatan untuk mengalami sendiri atau melakukan sendiri, mengikuti proses, mengamati objek, menganalisis, menarik membuktikan dan menarik kesimpulan sendiri mengenai proses yang dialaminya. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare, Jl. Jend. Ahmad Yani No. Km. 6, Kel. Bukit Harapan, Kec. Soreang kota parepare dan melakukan penelitian dimulai 25 Desember 2023-25 Februari 2024. Adapun beberapa bahan yang digunakan selama penelitian yaitu : Agregat , Semen, Air, Air Laut. Dan alat yang digunakan yaitu: Saringan, Oven, Gelas ukur, Timbangan, Cetakan Beton, Universal Testing Machine, Concrete mixer / mesin pencampur dan alat untuk penelitian sanitasi air yaitu: Refraktometer, Salino meter

A. Prosedur Standar Penelitian

- 1) Pemeriksaan Berat Jenis Agregat: Berat jenis kering permukaan (Bulk Specific Gravity), Berat jenis permukaan (SSD), Berat jenis semu (Apparent Specific Gravity) dan penyerapan.
- 2) Perkiraan Kadar Agregat: Perkiraan kadar agregat kasar dan perkiraan agregat halus

B. Teknik Pengumpulan Data

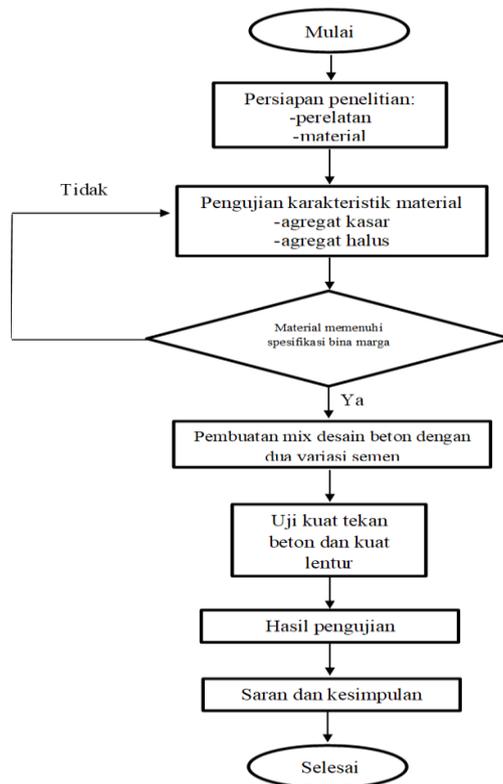
1) Data Primer: Data yang diperoleh melalui eksperimen di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Penelitian ini berfokus pada variasi dari substitusi serbuk batu gamping dengan bahan tambah Serat steel fiber Adapun data primer yang diperlukan dibagi 2 jenis yaitu: karakteristik agregat dan pengujian beton.

2) Data sekunder: Pengumpulan data secara tidak langsung dari sumber/objek. Data diperoleh dari tulisan seperti buku teori, buku laporan, peraturan-peraturan, dan dokumen baik yang berasal dari instansi terkait maupun hasil kajian literatur.

C. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dipakai pada penelitian ini menggunakan analisa parametrik deskriptif. Data hasil uji kuat tekan beton diperoleh dari pembagian antara beban maksimum benda uji dengan luas penampang benda uji, selanjutnya data akan disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik.

D. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN (10 PT)

3.1 Hasil pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI dilakukan terhadap agregat kasar, agregat halus dan serbuk batu gamping. Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut:

1) Agregat Halus

Tabel 1. Rekapitulasi hasil pengujian agregat halus

No.	Karakteristik	Agregat	Syarat	Hasil
1	Kadar lumpur		Maks 5%	4,47%
2	Kadar organik		< No. 3	No. 2
3	Kadar air		2% - 5%	3,84%
4	Berat volume lepas		1,4 - 1,9 kg/liter	1,48
5	Berat volume padat		1,4 - 1,9 kg/liter	1,46
6	Absorpsi		0,2% - 2%	1,72%
7	Berat jenis		1,6 - 3,3	2,50
8	Modulus kehalusan		1,50 - 3,80	2,51

2) Agregat Kasar

Tabel 2. Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar

No.	Karakteristik	Agregat	Syarat	Hasil
1	Kadar lumpur		Maks 1%	0,68%
2	Keausan		Maks 50%	25,5%
3	Kadar air		0,5% - 2%	1,21%
4	Berat volume lepas		1,6 - 1,9 kg/liter	1,655
5	Berat volume padat		1,6 - 1,9 kg/liter	1,78

6	Absorpsi	Maks 4 %	3,48%
7	Berat jenis	1,6 - 3,3	2,51
8	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	6,64

3.2 Sanitasi Air Laut

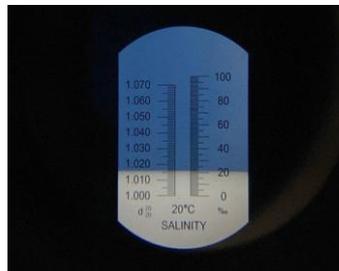
Berikut adalah hasil pengujian nilai *salinitas* berdasarkan lokasi pengambilan sampel.

- 1) Desa tadang palie (Wakka)



Gambar 2. Sanitasi air laut desa tadang palie

- 2) Pelabuhan Parepare



Gambar 3. Sanitasi air laut Pelabuhan parepare

Berdasarkan data hasil uji *salinitas* air laut di Desa Tadang Palie memiliki densitas 1.022 dengan kandungan garam 28%, sedangkan air laut di Pelabuhan Parepare memiliki densitas 1.021 dengan kandungan garam 21%. Kesimpulannya, air laut di Desa Tadang Palie memiliki kandungan garam yang lebih tinggi dibandingkan dengan air laut di Pelabuhan Parepare. Untuk perendaman beton, air dengan kandungan garam yang lebih tinggi (seperti di Desa Tadang Palie) dapat menyebabkan korosi pada beton lebih cepat dibandingkan dengan air yang memiliki kandungan garam standar (seperti di Pelabuhan Parepare). Oleh karena itu, air laut di Pelabuhan Parepare lebih disarankan untuk digunakan dalam perendaman beton karena kandungan garamnya yang lebih rendah.

3.3 Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

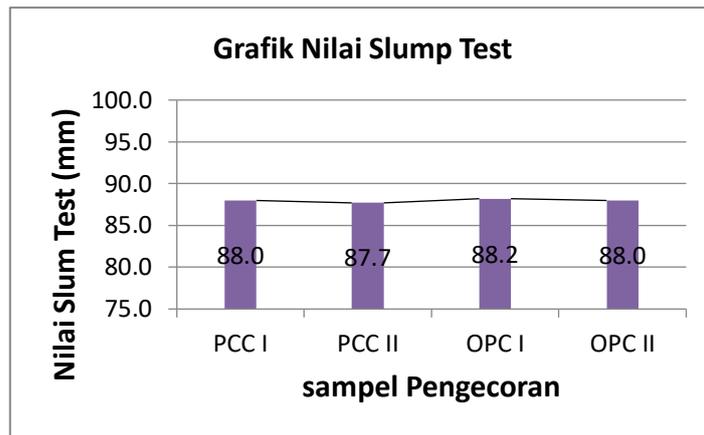
Perencanaan campuran beton dihitung menggunakan metode SNI 7656:2012. Dengan hasil data sebagai berikut :

Tabel 4. Kebutuhan Campuran Setiap Variasi Untuk 1 m³ Beton

Material	BN	OPC+PPC	OPC
W Semen	409.56	409.56	409.56
W Pasir	608.24	608.24	608.24
W Kerikil	1129.2	1129.2	1129.2
W Semen Opc	203.00	422.37	422.37
W Semen Ppc	0.00	497,985	0.00
W Air	203.00	203.00	203.00

3.4 Nilai Slump

Pengujian nilai Slump test dilakukan dengan menggunakan kerucut abrams, dengan membasahi kerucut abrams terlebih dahulu kemudian menempatkannya ditempat yang rata. Kemudian diisi dengan beton segar sebanyak 3 lapis, setiap lapisan diisi 1/3 dari volume kerucut abrams dan ditusuk sebanyak 25 kali dan penusukan dilakukan hingga mencapai bagian bawah dari setiap lapisan setelah pengisian kerucut selesai bagian atasnya diratakan. Dalam waktu sekitar 30 detik kerucut diangkat lurus vertikal secara perlahan, kemudian tentukan nilai slump dengan cara mengukur tinggi campuran selisih dengan tinggi kerucut.

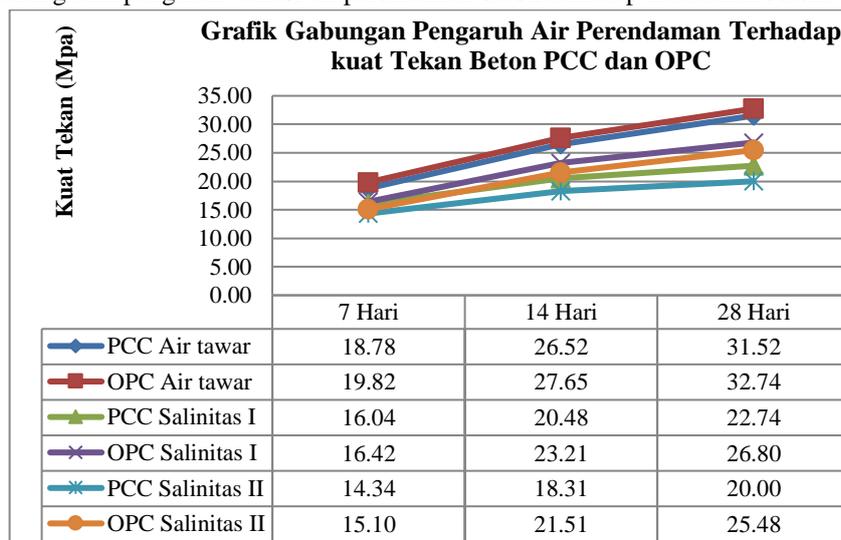


Gambar 4. Perbandingan nilai slump pada setiap variasi pencampuran

Dari gambar diatas tampak bahwa nilai slump test pada proses pencampuran memenuhi kriteria standar slump test, hal ini dikarenakan agregat penyusun beton memiliki tekstur permukaan yang tidak berongga dan karakteristik yang sesuai standar sehingga pada saat dilakukan pencampuran, rongga pada material saling mengisi dan saling mengikat sehingga nilai slump atau workability campuran beton dikatakan baik.

3.5 Kuat Tekan

Berikut adalah grafik pengaruh variasi air perendaman beton terhadap kuat tekan beton:



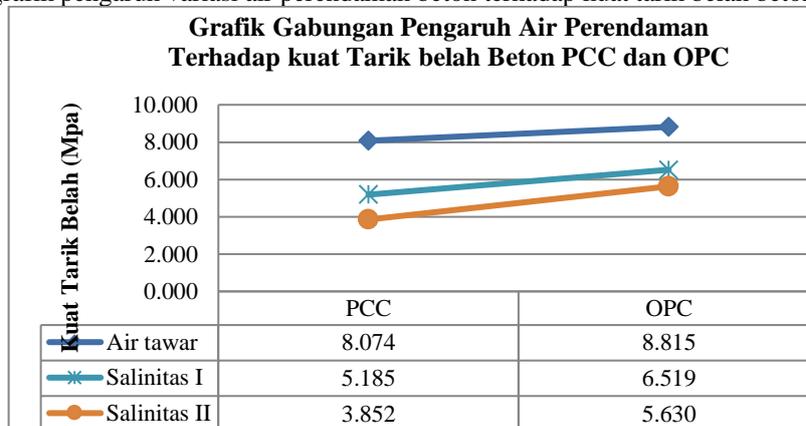
Gambar 5. Grafik gabungan pengaruh air perendaman terhadap kuat tekan beton PCC dan OPC

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton OPC air tawar memiliki nilai kuat tekan paling tinggi di antara beberapa jenis variasi beton. Pada beton umur 7 hari nilai kuat tekan beton OPC air tawar yaitu 19,82 Mpa, kemudian beton PCC air tawar yaitu 18,78 Mpa, setelah itu beton OPC salinitas I yaitu 16,42 Mpa, beton PCC salinitas I yaitu 16,04 Mpa, dan beton OPC salinitas II yaitu 15,10 Mpa, serta beton PCC salinitas II yaitu 14,34 Mpa. Pada beton umur 14 hari mengalami peningkatan kuat tekan dari beton OPC air tawar sebesar 7,83 Mpa, pada beton PCC air tawar sebesar 7,74 Mpa, pada beton OPC salinitas I sebesar 6,79 Mpa, pada beton PCC salinitas I sebesar 4,44 Mpa, pada beton OPC salinitas II sebesar 6,41 Mpa, dan pada beton PCC salinitas II sebesar 3,97 Mpa. Pada beton umur 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan dari beton OPC air tawar sebesar 5,09 Mpa, pada beton PCC air tawar sebesar 5 Mpa, pada beton OPC salinitas I sebesar 3,59 Mpa, pada beton PCC salinitas I sebesar 2,26 Mpa, pada beton OPC salinitas II sebesar 3,17 Mpa, dan pada beton PCC salinitas II sebesar 1,69 Mpa. Maka dapat disimpulkan bahwa perendaman menggunakan air laut salinitas I dan salinitas II pada beton PCC dan OPC dapat menurunkan kuat tekan beton dari kuat tekan beton rencana atau beton normal. Hal ini disebabkan karena sifat air laut yang mengandung sejumlah besar garam, terutama natrium klorida serta mengandung berbagai ion lain seperti sulfat, magnesium, dan kalsium. Ion-ion ini dapat bereaksi dengan komponen beton, menyebabkan degradasi kimia dan penurunan kekuatan beton. Perendaman Salinitas I, pada beton PCC dan OPC mengalami penurunan kuat tekan beton dari beton rencana sebesar 8,78

Mpa dan 5,94 Mpa. Hal ini disebabkan karena perendaman *salinitas* I yang memiliki nilai *salinitas* 21.5 %. Perendaman *Salinitas* II, pada beton PCC dan OPC mengalami penurunan kuat tekan beton dari beton rencana sebesar 11,52 Mpa dan 7,26 Mpa. Hal ini disebabkan karena perendaman *salinitas* II yang memiliki nilai *salinitas* 29 %. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai *Salinitas* pada air laut mempengaruhi kuat tekan beton, yaitu semakin tinggi nilai *salinitas* pada air perendaman dapat mengurangi mutu beton tersebut.

3.6 Kuat Tarik belah beton

Berikut adalah grafik pengaruh variasi air perendaman beton terhadap kuat tarik belah beton:



Gambar 6. Pengaruh Perendaman Salinitas Terhadap Kuat Tarik Belah

Grafik ini membandingkan kuat tarik belah dari dua jenis beton *Portland Cement Concrete (PCC)* dan *Ordinary Portland Cement (OPC)*, ketika terendam dalam dua kondisi air berbeda air tawar dan salinitas.

Pada kondisi terendam air tawar semen PCC Memiliki kuat tarik belah awal sekitar 8.074 Mpa dan semen OPC Memiliki kuat tarik belah awal sekitar 8.815 MPa. Sedangkan pada kondisi terendam air *salinitas* I semen PCC memiliki Kuat tarik belah menurun menjadi sekitar 5.185 MPa. Dan semen OPC memiliki Kuat tarik belah menurun menjadi sekitar 6.519 MPa. Pada kondisi terendam air salinitas II semen PCC memiliki Kuat tarik belah lebih rendah lagi, sekitar 3.852 MPa. Dan semen OPC memiliki Kuat tarik belah lebih rendah lagi, sekitar 5.630 Mpa. Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa pada beton perendaman air laut *salinitas* I mengalami penurunan kuat tarik belah dari beton normal sebesar 2,889 Mpa untuk beton PCC dan 2,259 Mpa untuk beton OPC pada beton perendaman air laut *salinitas* II, penurunan kuat tarik belah dari beton normal sebesar 4,296 Mpa untuk beton PCC dan 3,148 Mpa untuk beton OPC. Grafik ini menunjukkan bahwa air tawar memiliki pengaruh positif pada kuat tarik belah beton, sedangkan *salinitas* (kandungan garam) menyebabkan penurunan kuat tarik belah. Selain itu, OPC umumnya memiliki kuat tarik belah awal yang lebih tinggi daripada PCC.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan komposisi semen yang berbeda yaitu semen PCC dan semen OPC memiliki nilai uji kuat tekan dan Tarik belah beton yang berbeda di antaranya umur 7 hari semen PCC 18,78 MPa berbanding dengan semen OPC 7 hari 19,82 MPa dan di umur 14 hari semen PCC 26,52 MPa berbanding dengan semen OPC umur 14 hari 27,65 MPa dan di umur 28 hari semen PCC 31,52 MPa berbanding dengan semen OPC 28 hari 32,74 MPa. Serta perbandingan Tarik belah beton 28 hari pada semen PCC yaitu 8,074 MPa berbanding dengan semen OPC 8,815 MPa. Sedangkan perendaman *Salinitas* I, pada beton PCC dan OPC mengalami penurunan kuat tekan beton dari beton rencana sebesar 8,78 Mpa dan 5,94 Mpa. Hal ini disebabkan karena perendaman *salinitas* I yang memiliki nilai *salinitas* 21.5 %. Perendaman *Salinitas* II, pada beton PCC dan OPC mengalami penurunan kuat tekan beton dari beton rencana sebesar 11,52 Mpa dan 7,26 Mpa. Hal ini disebabkan karena perendaman *salinitas* II yang memiliki nilai *salinitas* 29 %. Pada pengujian kuat Tarik belah beton perendaman air laut *salinitas* I mengalami penurunan kuat tarik belah dari beton normal sebesar 2,889 Mpa untuk beton PCC dan 2,259 Mpa untuk beton OPC pada beton perendaman air laut *salinitas* II, penurunan kuat tarik belah dari beton normal sebesar 4,296 Mpa untuk beton PCC dan 3,148 Mpa untuk beton OP

REFERENCES

[2][1] I. Agus, "Uji Kuat Tekan Beton Menggunakan Air Laut Serta Pengaruhnya Terhadap Variasi Perendaman," *J. Media Inov. Tek. Sipil UNIDAYAN*, vol. 12, no. 1, pp. 10–15, 2023, doi:

- 10.55340/jmi.v12i1.1261.
- [2] S. Wedhanto, "Pengaruh Air Laut Terhadap Kekuatan Tekan Beton Yang Terbuat Dari Berbagai Merk Semen Yang Ada Di Kota Malang," *J. Bangunan*, vol. 22, no. 2, pp. 21–30, 2017.
- [3] R. T. Jurnal, "Penggunaan Pasir Laut Terhadap Kuat Tekan Beton Kota Bengkulu," *Forum Mek.*, vol. 6, no. 2, pp. 106–113, 2018, doi: 10.33322/forummekanika.v6i2.120.
- [4] Muhammad Kemal Rafif and Alfinna Mahya Ummati, "Pengaruh pasang surut air laut terhadap kekuatan beton komposit material Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS)," *Padur. J. Tek. Sipil Univ. Warmadewa*, vol. 12, no. 2, pp. 218–227, 2023, doi: 10.22225/pd.12.2.6518.218-227.
- [5] M. Olivia and B. Indrawan, "MENGUNAKAN AGREGAT HALUS PASIR LAUT DAN BAHAN TAMBAH SILICA FUME," vol. 12, no. 1, pp. 7–11, 2013.
- [6] WIBOWO, "Pengaruh Air Laut Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K-175," *Tek. Bet.*, p. 12.
- [7] S. Nova and N. Misbah, "Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut," *J. Tek. Its*, vol. 1, pp. 75–77, 2012.
- [8] F. D. Aryani, "Analisis Pengaruh Variasi Semen OPC dan PPC serta Penggunaan Agregat Alwa Berbahan Limbah Styrofoam Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan," 2018.
- [9] SNI 2493:2011, "SNI 2493:2011 Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium," *Badan Standar Nas. Indones.*, p. 23, 2011, [Online]. Available: www.bsn.go.id
- [10] SNI 03:2491, "SNI 03-2491-2002 Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton," *Badan Standar Nas. Indones.*, p. 14, 2002.
- [11] F. A. Sidiq and E. Walujodjati, "Meninjau Kekuatan Beton Pada Lingkungan Air Laut Pameungpeuk Kabupaten Garut," *J. Konstr.*, vol. 19, no. 1, pp. 43–51, 2021, doi: 10.33364/konstruksi/v.19-1.892.
- [12] S. D. Mendoza *et al.*, "No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title," *Nat. Microbiol.*, vol. 3, no. 1, p. 641, 2020, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1038/s41421-020-0164-0>
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.02.027>
<https://www.golder.com/insights/block-caving-a-viable-alternative/>
<http://dx.doi.org/10.1038/s41467-020-15507-2>
<http://dx.doi.org/10.1038/s41587-020-0527-y>
- [13] S. B. Ahmad, "Investigasi Pengaruh Air Laut Sebagai Air Pencampuran Dan Perawatan Terhadap Sifat Beton," *INTEK J. Penelit.*, vol. 5, no. 1, pp. 48–52, 2018, doi: 10.31963/intek.v5i1.200.
- [14] H. Hartini and S. F. Wahyuni, "Tinjauan Nilai Kuat Beton Menggunakan Air Laut," *J. Media Inov. Tek. Sipil UNIDAYAN*, vol. 12, no. 2, pp. 51–58, 2023, doi: 10.55340/jmi.v12i2.1435.
- [15] D. Diawarman, "Analisa Pengaruh Kuat Tekan Beton K.250 Dengan Menggunakan Air Asin (Air Laut) + Kapur Gamping Dan Air Tawar," *J. Tek. Sipil*, vol. 7, no. 1, pp. 18–26, 2019, doi: 10.36546/tekniksipil.v7i1.246.