



Analisis Uji Kuat Tekan Beton pada Campuran Air Payau Desa Tellumpanua Kecamatan Suppa

Andi Yasril Ananta Mulyadi^{1*}, Hamsyah Hamsyah², Muh. Jabir M³, Adnan Adnan⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, 91112, Indonesia

Korespondensi Penulis: andiyasrilananta02@gmail.com *

Abstract. Increased economic growth in the city of Parepare with the presence of buildings around the estuary. In general, the composition of concrete making materials is taken from good materials. The problem encountered in the field is that the quality of concrete in construction decreases due to brackish water, causing structural elements in the construction to become porous. Meanwhile, preventive measures are rarely or never taken. As a result, the construction life is very short. Brackish water is one of the causes of structural failure. This is due to the content of sulfate and chloride ions in water containing salt/salts that react with chemical elements in reinforcing steel resulting in corrosion of the reinforcement. The purpose of the study was to analyse the compressive strength of concrete with a mixture of clean water against the percentage of brackish water with a maintenance age of 7, 14, 21, and 28 days. The results showed that brackish water had an impact on reducing the compressive strength of concrete due to the high chemical content in brackish water such as Sulfate (SO_4^{2-}) of 52.5 in brackish water in Kenjeran and 62.5 in brackish water in mangrove. Dissolved Solids (TDS) of 15188 mg/l in kenjeran brackish water and 3436 mg/l in mangrove brackish water. Organic Content (KMnO) of 8.05 mg/l in kenjeran brackish water and 6.69 mg/l in mangrove brackish water is too high, so the chemical content contained in brackish water can damage the compounds in the cement content and decrease the strength of the materials contained in the concrete. In this case it can result in concrete having a very low durability.

Keywords: Brackish water; Compressive strength; Curing.

Abstrak. Meningkatnya pertumbuhan ekonomi di Kota Parepare dengan adanya bangunan-bangunan disekitar muara. Pada umumnya susunan material pembuatan beton diambil dari bahan material yang baik. Masalah yang dihadapi di lapangan adalah mutu beton pada konstruksi menurun akibat air payau sehingga menyebabkan elemen struktur pada konstruksi keropos. Sedangkan tindakan pencegahan sangat jarang bahkan tidak pernah dilakukan. Akibatnya umur konstruksi sangat singkat. Air Payau adalah salah satu penyebab kegagalan struktur bangunan. Hal ini disebabkan kandungan sulfat dan ion klorida pada air yang mengandung garam/asin yang bereaksi dengan unsur kimia pada baja tulangan sehingga mengakibatkan terjadinya korosi pada tulangan. Tujuan penelitian untuk menganalisis kuat tekan beton dengan campuran air bersih terhadap persentase air payau dengan umur perawatan 7, 14, 21, dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan air payau berdampak pada penurunan kuat tekan beton diakibatkan adanya kandungan kimia pada air payau yang tinggi seperti Sulfat (SO_4^{2-}) sebesar 52,5 pada air payau kenjeran dan 62,5 pada air payau mangrove. Zat Padat Terlarut (TDS) sebesar 15188 mg/l pada air payau kenjeran dan 3436 mg/l pada air payau mangrove. Kadar Organik (KMnO) sebesar 8,05 mg/l pada air payau kenjeran dan 6,69 mg/l pada air payau mangrove yang terlalu tinggi, sehingga kandungan kimia yang terdapat pada air payau dapat merusak senyawa pada kandungan semen dan menurunnya kekuatan bahan yang terkandung dalam beton. Dalam hal ini dapat mengakibatkan beton memiliki durability yang sangat rendah.

Kata Kunci : Air payau; Kuat tekan; Umur perawatan

1. PENDAHULUAN

Indonesia salah satu negara kepulauan yang sebahagian wilayahnya dikelilingi oleh lingkungan yang agresif yang dapat menyebabkan kerusakan pada beton akibat keberadaan unsur-unsur kimia yang ada di dalam tanah (Badan Pembinaan Hukum Nasional, 2015). Beton adalah komponen struktur yang banyak digunakan pada konstruksi bangunan. Penggunaan beton yang dominan dikarenakan pembuatan yang mudah dan harga yang murah. Umumnya

penggunaan beton dimulai dari konstruksi bawah sampai konstruksi atas. Pada penggunaan di konstruksi bawah, beton akan berada dalam lingkungan yang beragam. Salah satunya adalah lingkungan agresif. Lingkungan agresif merupakan suatu keadaan dimana terdapat kandungan kimia dengan konsentrasi tertentu yang dapat mengganggu sifat fisik maupun sifat mekanik beton. Senyawa yang bersifat agresif terhadap beton salah satunya adalah sulfat. Sulfat merupakan garam yang bersifat asam dan agresif yang dapat menyerang beton. Sulfat merupakan unsur yang sangat berlimpah di bumi yang dapat ditemukan di laut, maupun dekat sumber mata air mineral dengan konsentrasi yang tinggi atau bahkan sangat rendah. Sulfat dapat mempengaruhi kekuatan beton karena ketika proses hidrasi berlangsung apabila beton (HADI, 2021). terdisintegrasi oleh sulfat maka akan menghasilkan Kalsium Sulfoaluminat yang menyebabkan pengembangan volume asal beton dan menimbulkan retak-retak yang terus menjalar ke dalam tubuh beton tersebut (Purba, 2012).

Perkembangan ekonomi disuatu Kota sering dipengaruhi oleh perkembangan infrastruktur di kota tersebut maupun sebaliknya. Pada suatu kota yang sudah maju, meningkatnya pertumbuhan ekonomi akan menambah infrastruktur di kota tersebut. Sebaliknya di Kota berkembang seperti Kota Parepare, meningkatkan pertumbuhan ekonomi sebagai contoh dengan adanya bangunan-bangunan disekitar muara. Pada umumnya susunan material pembuatan beton diambil dari bahan material yang baik (Badan Pusat Statistik Kota Parepare, 2013).

Porositas pada beton sangat penting diteliti terutama pada bangunan tepi muara dan bangunan yang bersinggungan dengan tanah. Pada bangunan tepi muara, beton akan bersinggungan dengan air garam yang mengandung NaCl yang dapat meresap kedalam beton sehingga dapat merusak bahkan menghancurkan beton. Kerusakan beton terjadi ketika NaCl tersebut menguap sehingga didalam pori-pori timbul kristal-kristal yang akan mendesak pori-pori dinding beton. Akibatnya beton pecah menjadi serpihan-serpihan kecil (Hunggurami et al., 2014).

Maka dari itu biasanya untuk mengurangi kerugian yang ditimbulkan akibat pengaruh klorida dan sulfat pada beton ini, seringkali digunakan beton dengan mutu tinggi. Hal ini dimaksudkan agar penetrasi air asin kedalam beton menjadi semakin sulit karena tingkat kepadatan beton yang tinggi. Sehingga kekuatan beton yang berada dilingkungan laut tidak mengalami perubahan (Simanjuntak, 2016).

2. LITERATUR REVIEW

(ADITYA WISNU NUGRAHA, 2023), Air payau berdampak negatif terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Nilai kuat tekan beton terlindung umur 28, 56, dan 90 hari berturut-turut yaitu 22,557 MPa, 24,350 MPa, dan 25,843 Mpa, sedangkan untuk beton terendam air payau berturut-turut yaitu 20,977 MPa, 18,383 MPa, dan 16,317 MPa. Nilai kuat tarik belah beton terlindung umur 28, 56, dan 90 hari berturut-turut yaitu 6,797 MPa, 7,220 MPa, dan 8,047 Mpa, untuk beton terendam air payau berturut-turut yaitu 10,070 MPa, 7,097 MPa, dan 6,377 MPa. Nilai penetrasi air sesuai DIN EN 12390-8:2009-07 didapat sebesar 2,655 cm. Hal ini menunjukkan bahwa beton kedap air agresif kuat. Nilai penetrasi air terendam air payau umur 28, 56, dan 90 hari berturut-turut yaitu 2,833 cm, 3,300 cm, dan 3,967 cm. Penetrasi air dengan Ground Penetrating Radar (GPR) menunjukkan nilai amplitudo semakin melemah seiring waktu perendaman yang mengindikasikan penetrasi air semakin dalam dan beton mengalami degradasi. Identifikasi penetrasi air menggunakan GPR frekuensi 1 GHz tidak dapat menentukan secara detail kedalaman air yang masuk kedalam beton.

(Patrio et al., 2024), Perendaman dengan menggunakan air payau memberi pengaruh penurunan kuat tekan beton, hal ini dapat dilihat dari kuat tekan rata-rata beton dengan perendaman dengan menggunakan air tawar yang mencapai 22,025 Mpa, Sedangkan air payau hanya mencapai 20,822 Mpa. Hal ini disebabkan karena air payau mengandung zat padat berupa garam yang dapat mempengaruhi penurunan kuat tekan pada beton dan keterlambatan proses perawatan (curing) mengakibatkan dehidrasi pada beton sehingga mengalami penurunan kuat tekan pada beton.

(Fernando et al., 2022), Pada daerah yang dekat dengan pantai, banyak kawasan yang sudah mengalami intrusi air laut, sehingga sumber air pada Kawasan tersebut menjadi payau, bahkan ada yang menggunakan air tersebut untuk membuat beton. Sehingga, sangat penting dilakukan studi untuk mengetahui mutu beton SCC jika menggunakan air payau sebagai air pencampur beton. Air payau pun mempunyai tingkat salinitas yang bervariasi, sehingga studi ini akan membagi variasi air payau berdasarkan tingkat salinitas 0 ‰, 5 ‰, 15 ‰ dan 25 ‰. Pada studi ini akan dapat diketahui mutu beton SCC berdasarkan variasi salinitas air dan mengetahui tingkat kemudahan pekerjaan (nilai slump) yang paling baik, sehingga bisa menjadi referensi yang paling tepat dimasa depan.

(Sulfadli & Adnan, 2023), Metode penelitian eksperimen di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Muhammadiyah Parepare, pada bulan Juni–Agustus 2022. Hasil penelitian yang didapatkan menunjukkan bahwa campuran air payau pada beton mengakibatkan terjadinya penurunan kuat tekan beton sebesar 10% dari beton normal dan kuat tarik belah

beton campuran air payau variasi slump (75-100) adalah rata-rata 2,67 Mpa dengan nilai 10,68 % dari nilai kuat tekan beton normal yaitu 25 Mpa. kuat tekan beton campuran air payau variasi slump (75-100) adalah hasil kuat tekan beton tertinggi dibandingkan dengan variasi slump lainnya dan kuat tekan beton campuran air payau variasi slump (>175) merupakan terendah dalam hasil kuat tekan beton dibanding variasi slump lainnya.

(SANTOSO & TANAYA, 2023), Beton yang dibuat seperti beton normal dengan perawatan beton menggunakan air bersih, beton normal dengan perawatan beton menggunakan air payau, dan beton air payau dengan perawatan menggunakan rendaman air payau. Hasil penelitian menunjukkan, nilai kekuatan beton air payau lebih rendah dibandingkan dengan beton normal sedangkan nilai kekuatan beton normal dengan perawatan rendaman air payau lebih rendah dibandingkan dengan perawatan menggunakan air. Penurunan kekuatan beton yang terjadi akibat dari kandungan pada air payau yang bereaksi dengan semen sehingga menimbulkan kerusakan beton.

(Yurnalis et al., 2023), Nilai kuat tekan beton dengan campuran 2% superplastisizer, diantaranya: kadar air 0.30% sebesar 28.22 Mpa; 0.35% sebesar 32.48 MPa; 0.40% sebesar 32.84 Mpa; 0.45% sebesar 35.37 Mpa; dan kadar air 0.50% sebesar 37.51 Mpa. Sedangkan hasil pengujian kuat tekan beton tanpa superplastisizer sebesar 24.40 Mpa. Beton dengan campuran 2% superplastisizer dan kadar air sebesar 0.50% menunjukkan peningkatan mutu yang signifikan, yaitu sebesar 13,11 Mpa. Hasil ini menunjukkan bahwa campuran superplastisizer dengan variasi kadar air tertentu dapat mengurangi kebutuhan air dalam campuran beton sekaligus dapat meningkatkan kekuatan atau mutu beton itu sendiri, sehingga kebutuhan akan air bersih untuk campuran beton yang sulit didapatkan pada daerah rawa dan payau dapat dikurangi.

3. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian.

Penelitian ini mengacu pada penelitian kuantitatif, yaitu penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena dan hubungan-hubungannya, definisi, pengukuran data kuantitatif dan statistik objektif melalui perhitungan ilmiah berdasarkan dari sampel. Dan pengujian dilaksanakan dilaboratorium Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare. Benda uji menggunakan cetakan silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm, metode perawatan dengan air laut dan kemudian diuji pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Adapun material yang digunakan adalah portland composite cement (PCC), agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah), air normal, dan air payau.

Tahapan penelitian

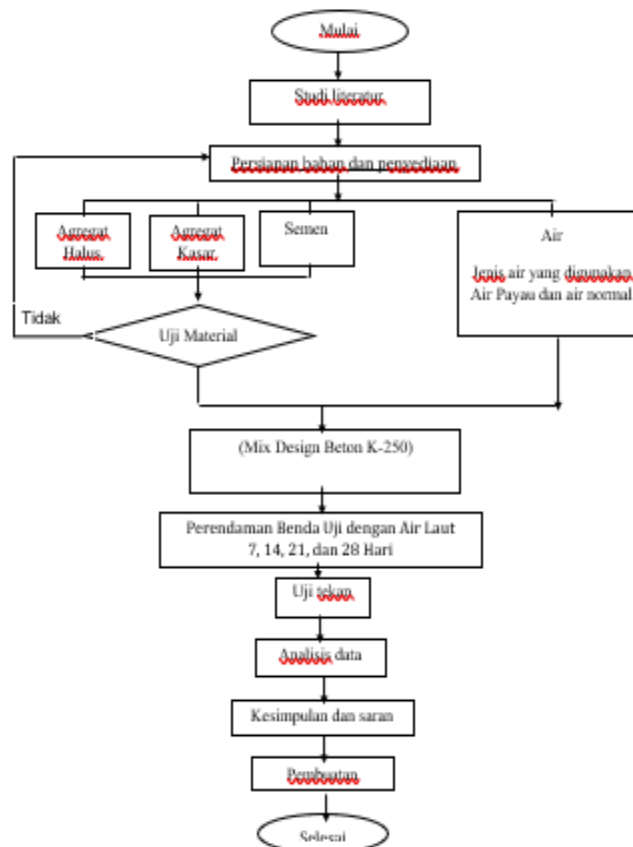
Penelitian ini dilakukan dalam sejumlah tahapan meliputi

- Pengujian material; terdiri atas pemeriksaan semen, pemeriksaan agregat
- Mix disain
- Pembuatan benda uji
- Pengujian slump
- Pencetakan benda uji
- Perawatan benda uji
- Pengujian kuat tekan

Teknik analisis data

- Penelitian ini menggunakan analisa parametrik deskriptif.
- Uji kuat tekan beton diperoleh dari pembagian antara beton maksimum benda uji dengan luas penampang benda uji.
- Data akan disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian agregat

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dilakukan terhadap agregat kasar dan agregat halus(SNI 03-2834-1993 (1993:1)). Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi pengujian agregat halus

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	NILAI RATA-RATA	KETERANGAN
1	Kadar lumpur	Maks 5%	3.90%	Memenuhi
2	Kadar organic	< No. 3	No. 2	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	3.52%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.45	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1.89	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1.42%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2.32	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.24	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.27	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3.29	Memenuhi

Tabel 2. Rekapitulasi pengujian agregat kasar

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	NILAI RATA-RATA	KETERANGAN
1	Kadar lumpur	Maks 1%	1.00%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	10.9%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	1.94%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1.83	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1.86	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	2.25%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	3.10	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.90	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.96	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	7.54	Memenuhi

Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran beton dihitung menggunakan metode (SNI 7656, 2012) ddiperlihatkan pada table 3:

Tabel 3. Rekapitulasi pengujian agregat kasar

Data Material/Bahan :	
Mutu Beton	25 MPa
Slump	75 – 100 mm
Ukuran agregat maksimum	20 mm
Berat kering oven Ag. Kasar	1.971 g/cm ³
Berat jenis semen tanpa tambahan udara	3.15 g/cm ³
Modulus Kehalusan Ag. Halus	3.29
Berat jenis (SSD) Ag. Halus	2.27 g/cm ³
Berat jenis (SSD) Ag. Kasar	2.96 g/cm ³
Penyerapan air Ag. Halus	1.42 %
Penyerapan air Ag. Kasar	1,73 %
Kadar Air Ag. Halus	3.52 %
Kadar Air Ag. Kasar	1.94 %
Berat Volume Pasir Pantai	1.834 cm ³

Tabel 4. Volume air yang diperlukan tiap m³ adukan beton untuk berbagai nilai *slump* dan ukuran agregat maksimum (SNI 7656,, 2012).

Air (kg/m ³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump (mm)	9,5 mm*	12,7 mm*	19 mm*	25 mm*	37,5 mm*	50 mm ^{†*}	75 mm ^{††}	150 mm ^{††}
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
> 175*	-	-	-	-	-	-	-	-
banyaknya udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Beton dengan tambahan udara								
25-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
> 175*	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan sebagai berikut : ringan (%)								
	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5 ^{**††}	1,0 ^{**††}
sedang (%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5 ^{**††}	3,0 ^{**††}
berat ^{††} (%)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5 ^{**††}	4,0 ^{**††}

Tabel 5. Faktor air semen (ltr/kg semen) (SNI 7656:2012) untuk berbagai jenis konstruksi dan keadaan cuaca.

Kekuatan beton umur 28 hari, MPa*	Rasio air-semen (berat)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

Tabel 6. Perkiraan berat pasir tiap 1 m³ beton

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m ³ *	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

Tabel 7. Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m³ beton

	Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg)	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
Air (berat bersih)	189,2	203,0	203,0
Semen	383,9	411,8	411,8
Ag. Kasar (kering)	1201,3	1198,9	1198,9
Ag. Halus (kering)	548,5	537,2	551,1

Perbandingan berat = W semen : W pasir : W kerikil : W air

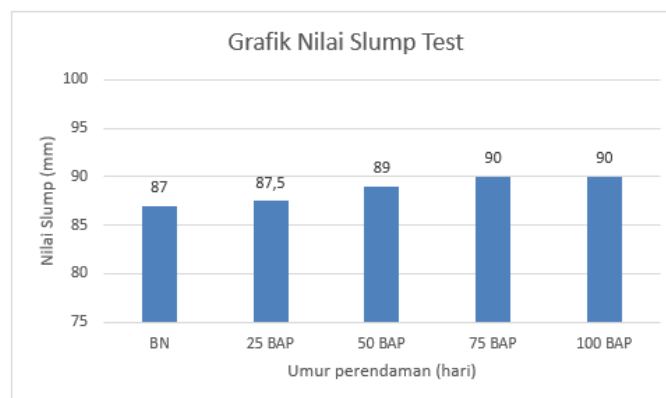
1	1,43	3,13	0,49
---	------	------	------

Nilai slump

Pengujian nilai *Slump test* dilakukan dengan menggunakan kerucut *abrams*,

Tabel 8. Hasil pengujian nilai *Slump test*

NO	Variasi Campuran beton	Waktu campur (menit)	Slump rencana (mm)	Slump rata-rata lapangan (mm)
1	BN	± 10	75 – 100	87
2	BAP 25%			87,5
3	BAP 50%			89
4	BAP 75%			90
5	BAP 100%			90



Gambar 2. Perbandingan nilai *slump* pada setiap variasi

Gambar 2, menunjukkan kondisi *slump* tanpa substitusi pasir pantai atau beton normal cukup tinggi. Sedangkan ketika ditambahkan pasir pantai dalam substitusi semen, nilai *slump* menurun seiring bertambahnya persentase variasi penambahan pasir pantai atau semakin banyak substitusi pasir pantai rendah *workability* nya. Dalam campuran tersebut butir semen atau pasir didalam campuran terjadi hidrasi sehingga menjadi padat.

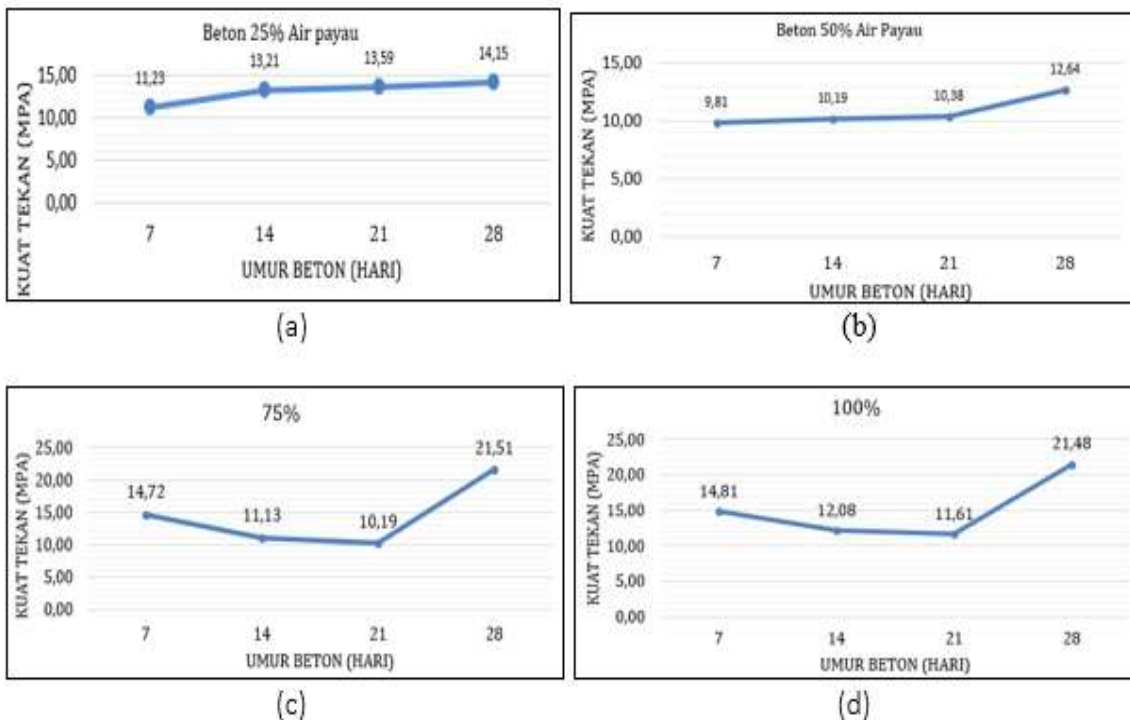
Kuat tekan

Adapun hasil dari pengujian kuat tekan (SNI 1974 - 2011, 2011) yang terdiri dari beton normal, air biasa dan air payau 25%, air biasa dan air payau 50%, air biasa dan air payau 75% dan air payau 100% dengan 4 hari perawatan yaitu sebagai berikut:



Gambar 3. Hubungan kuat tekan beton normal dengan umur perawatan

Gambar 3, memperlihatkan bahwa beton normal mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 8,55 Mpa, dari umur 14 hari ke 21 hari sebesar 6,08 Mpa, dan 21 hari ke 28 hari sebesar 2,07 Mpa.



Gambar 4. Hubungan kuat tekan beton air payau dengan umur perawatan

Gambar 4a, menunjukkan bahwa beton dengan variasi 25% air payau mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 1,98 Mpa, dari umur 14 hari ke 21 hari sebesar 0,38 Mpa, dan 21 hari ke 28 hari sebesar 0,56 Mpa.

Gambar 4b, menunjukkan bahwa beton dengan variasi 50% air payau mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 0,38 Mpa, dari umur 14 hari ke 21 hari sebesar 0,19 Mpa, dan 21 hari ke 28 hari sebesar 2,26 Mpa.

Gambar 4c, menunjukkan bahwa beton dengan variasi 75% air payau mengalami penurunan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 3,59 Mpa, dari umur 14 hari ke 21 hari sebesar 0,94 Mpa, sedangkan dari umur 21 hari ke 28 hari mengalami peningkatan sebesar 11,32 Mpa.

Gambar 4d, menunjukkan bahwa beton dengan variasi 100% air payau mengalami penurunan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 2,73 Mpa, dari umur 14 hari ke 21 hari sebesar 0,47 Mpa, sedangkan dari umur 21 hari ke 28 hari mengalami peningkatan sebesar 9,87 Mpa.

5. KESIMPULAN

Air payau berdampak pada penurunan kuat tekan beton diakibatkan adanya kandungan kimia pada air payau yang tinggi seperti Sulfat (SO_4^{2-}) sebesar 52,5 pada air payau kenjeran dan 62,5 pada air payau mangrove. Zat Padat Terlarut (TDS) sebesar 15188 mg/l pada air payau kenjeran dan 3436 mg/l pada air payau mangrove. Kadar Organik (KMnO) sebesar 8,05 mg/l pada air payau kenjeran dan 6,69 mg/l pada air payau mangrove yang terlalu tinggi, sehingga kandungan kimia yang terdapat pada air payau dapat merusak senyawa pada kandungan semen dan menurunkan kekuatan bahan yang terkandung dalam beton. Dalam hal ini dapat mengakibatkan beton memiliki durability yang sangat rendah.

REFERENSI

- Aditya Wisnu Nugraha. (2023). Pengaruh perendaman air payau terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan penetrapannya. *Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 88–100.
- Badan Pembinaan Hukum Nasional. (2015). Indonesia merupakan negara kepulauan yang terbesar di dunia. <https://bphn.go.id/berita-utama/indonesia-merupakan-negara-kepulauan-yang-terbesar-di-dunia-3441>
- Badan Pusat Statistik Kota Parepare. (n.d.). *Pertumbuhan ekonomi Kota Parepare tahun 2023*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *SNI 1974 - 2011: Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

- Badan Standarisasi Nasional. (2012). *SNI 7656:2012: Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat, dan beton massa*.
- Fernando, R., Abda, J., & Taurano, G. A. (2022). Studi perbandingan mutu beton self compacting concrete terhadap variasi penggunaan air payau dengan menggunakan high ... *Orbith: Majalah Ilmiah Teknik*, 18(2), 82–90. <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/orbith/article/view/3803>
- Hadi, S. (2021). Pengaruh air soda terhadap kuat tekan beton. *Ganec Swara*, 15(2), 1181. <https://doi.org/10.35327/gara.v15i2.234>
- Hunggurami, E., Utomo, S., & Wadu, A. (2014). Pengaruh masa perawatan (curing) menggunakan air laut terhadap kuat tekan dan absorpsi beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 103–110.
- Patrio, P., Sudirman, S., & Amri, M. (2024). Pengaruh perendaman air payau dan air tawar terhadap mutu beton f'_c 20 MPa. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 24(1), 121–129. <https://doi.org/10.35965/eco.v24i1.4195>
- Purba, P. (2012). Pengaruh kandungan sulfat terhadap kuat tekan beton. *Metana*, 4(1), 37–42.
- Santoso, E. R., & Tanaya, K. E. (2023). Pengaruh air payau terhadap kuat tekan dan tarik belah beton (Studi kasus air payau daerah rob pantai utara Kota Semarang). *Unika Repository*. <http://repository.unika.ac.id/id/eprint/31796>
- Simanjuntak, R. (2016). Pengaruh konsentrasi alkali terhadap penetrasi ion klorida pada beton geopolimer. *Jurnal Teknik Sipil*, 98–218.
- Sulfadli, & Adnan. (2023). Pengaruh nilai slump pada kuat tekan beton dengan campuran air payau. *Studi Teknik Parepare*, 3(2), 134–138.
- Yurnalis, F., Sari, N. M., & Dafrimon. (2023). Pengaruh variasi kadar air terhadap kuat tekan beton dengan campuran superplastisizer. *Journal of Civil Engineering and Vocational Education*, 10(2), 501–506.