

# UJI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN SEDIMEN BENDUNGAN BILI BILI SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Yoshua Chandra (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, yoshuachandra99@gmail.com)  
Mursalim (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, mursalimmuddin62@gmail.com)  
Hendry Tanoto Kalangi (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, hendrykalangi@gmail.com)

Received: 23 Mei 2025, Revised: 11 Juni 2025, Accepted: 24 Juni 2025

## ABSTRAK

Agregat halus merupakan salah satu bahan yang paling banyak digunakan dalam campuran beton sehingga kebutuhan terus meningkat sedangkan persediaan semakin sedikit sehingga perlu alternatif pengganti sebagian untuk campuran beton untuk mengatasi keterbatasan penggunaan material alami. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kuat tekan yang dihasilkan dari substitusi agregat halus dengan sedimen yang berasal dari Bendungan Bili Bili. Metode yang digunakan pada penelitian ini ada metode eksperimental yang merujuk standar pengujian SNI 7656-2012. Variasi persentase sedimen pada penelitian ini yaitu 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% dari berat agregat halus yang digunakan. Mutu beton yang direncanakan pada penelitian ini yaitu 14,53MPa dan menggunakan sampel berbentuk silinder berukuran Ø15cm dan tinggi 30cm, serta kubus dengan lebar 15cm, dan tinggi 15cm. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai kuat tekan untuk penggunaan sedimen sebagai pengganti sebagian agregat halus berturut-turut menurunkan kuat tekan beton selama umur 3, 7, 14, 28 hari dari mutu beton yang direncanakan mengalami reduksi sebesar 3,8%, 13,67%, 22,10%, 34,44% dan 48,72%, penyebab reduksi oleh tingginya kadar lumpur pada sedimen.

Kata kunci : Sedimen, Agregat Halus, Kuat Tekan Beton, Bendungan Bili Bili.

## ABSTRACT

*Fine aggregate is one of the most widely used materials in concrete mixtures so that the need continues to increase while the supply is getting smaller so that it needs a partial substitute alternative to concrete mixtures to overcome the limitations of using natural materials. The purpose of this study is to find out how much influence the compressive strength results from the substitution of fine aggregate with sediment from the Bili Bili Dam. The method used in this study is an experimental method that refers to the SNI 7656-2012 testing standard. The variation in the sediment percentage in this study was 0%, 2.5%, 5%, 7.5% and 10% of the weight of the fine aggregate used. The concrete quality planned in this study is 14.53MPa and uses cylindrical samples measuring Ø15cm and 30cm high, as well as cubes with a width of 15cm and a height of 15cm. Based on the results of the study, the compressive strength value for the use of sediment as a substitute for some fine aggregate successively reduced the compressive strength of concrete during the age of 3, 7, 14, 28 days from the planned concrete quality to be reduced by 3.8%, 13.67%, 22.10%, 34.44% and 48.72%, the cause of reduction by the high mud content in the sediment.*

*Keywords: Sediment, Fine Aggregate, Concrete Compressive Strength, Bili Bili Dam.*

## PENDAHULUAN

Beton adalah campuran material konstruksi yang terdiri dari semen Portland atau jenis semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air. Campuran ini dapat mengandung bahan tambah seperti aditif untuk meningkatkan sifat-sifat tertentu dari beton. Beton dibentuk melalui proses pengerasan campuran antara semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah/kerikil) dan air yang menghasilkan material konstruksi yang kuat dan tahan lama (SNI 2847-2019). Seiring perkembangan industri konstruksi yang semakin maju, jumlah permintaan beton yang terus meningkat tiap tahunnya. Sehingga kebutuhan masyarakat dalam pembangunan konstruksi memilih biaya dan pemeliharaannya yang relatif murah. Agregat halus (pasir) merupakan salah satu bahan yang paling banyak digunakan dalam campuran beton sehingga kebutuhan terus meningkat sedangkan persediaan semakin sedikit sehingga perlu alternatif pengganti sebagian untuk campuran beton untuk mengatasi keterbatasan penggunaan material alami.

Sedimen adalah material padat yang terbentuk melalui proses pengendapan partikel yang terbawa oleh aliran air, angin atau proses lainnya dan kemudian mengendap di tempat tertentu. Sedimen dapat ditemukan di berbagai lingkungan seperti sungai, pantai, dasar laut, waduk dan bendungan, partikel

sedimen umumnya lebih kasar dari pada lumpur. Bendungan Bili Bili menjadi salah satu bendungan air yang terbesar di Sulawesi Selatan (Sulsel). Bendungan Bili Bili terletak di Desa Bili Bili, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa.

Pembangunan bendungan Bili Bili dimulai sejak tahun 1992 hingga 1997 yang bertujuan untuk pengendalian banjir yang terjadi di Kota Makassar dan Kabupaten Gowa serta memiliki fungsi lain seperti sebagai penyediaan sumber air baku, flow control, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), perikanan, pelayanan air untuk irigasi dan pariwisata. Bendungan Bili Bili juga digunakan sebagai inisiatif untuk pengendalian sedimen Gunung Bawakaraeng dan pengaturan sungai Jeneberang mulai dilakukan akibat longsor yang terjadi di Gunung Bawakaraeng dan badai besar pada tahun 2004 dan 2005. Berdasarkan data diperoleh pengerukan sedimen di Bendungan Bili Bili yang dilakukan oleh "petugas setempat" sudah mencapai 29.000.000m<sup>3</sup>. Hasil dari pengerukan sedimen yang melimpah dan menjadi limbah ini di harapkan pasir yang terkandung di dalamnya dapat digunakan dan dimanfaatkan sebagai substitusi agregat halus pada campuran beton yang ramah lingkungan.

Adapun penulis mengambil beberapa referensi jurnal, yaitu:

1. Handifantra Wardhana, (2023). Judul Penelitian: Analisis Pengaruh Batu Sedimen Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Kuat Tekan Beton Normal. Kesimpulan: Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penambahan batu sedimen sebagai bahan substitusi agregat kasar dalam campuran beton memberikan efek positif terhadap kuat tekan beton pada persentase tertentu. Pada beton dengan penambahan batu sedimen sebesar 15% dan 20%, kuat tekan beton mengalami peningkatan dengan rata-rata 358kg/cm<sup>2</sup> dan 380,75kg/cm<sup>2</sup> untuk umur 7-28 hari, dibandingkan dengan beton normal tanpa penambahan yang memiliki kuat tekan rata-rata 355,25kg/cm<sup>2</sup>. Namun, pada penambahan sebesar 25%, kuat tekan beton menurun menjadi 344,5kg/cm<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa titik optimum penambahan batu sedimen berada pada sekitar 20%. Penurunan kuat tekan pada kadar 25% diduga disebabkan oleh proporsi campuran yang kurang optimal.
2. Ekaputri, A., Kusdian, R. D., & Bakhtiar, A. B, (2019). Judul Penelitian: Pengaruh Penggunaan Pasir Sedimen Sungai Citarum Sebagai Substitusi Agregat Halus Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton. Kesimpulan: Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan pasir sedimen Sungai Citarum sebagai pengganti sebagian pasir dalam campuran beton memberikan hasil kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan beton normal. Pada umur 14 hari, kuat tekan beton normal mencapai 12,91MPa, sedangkan beton dengan 50% pasir sedimen mencapai 11,62MPa, dan beton dengan 100% pasir sedimen tidak mencapai mutu yang direncanakan. Nilai kuat tekan tertinggi di antara campuran yang menggunakan pasir sedimen Sungai Citarum terdapat pada beton dengan 50% pasir sedimen, yaitu 11,62MPa. Dengan demikian, beton yang menggunakan pasir sedimen Sungai Citarum sebagai bahan substitusi tidak dapat mencapai mutu kuat tekan yang direncanakan.
3. Nuhun, R., Welendo, L., Ahmad, S. N., & Sugiyarto, T, (2018). Judul Penelitian: Pemanfaatan Bubuk Sedimen Sebagai Bahan Penyusun Paving Block Berbasis Pengujian Kuat Tekan dan Pengujian Penyerapan Air. Kesimpulan: Berdasarkan hasil pengujian laboratorium dan analisis, disimpulkan bahwa peningkatan kandungan sedimen dalam campuran paving block berdampak negatif pada mutu paving block. Pada umur beton 28 hari, kuat tekan untuk model segi empat dengan kandungan sedimen 0% mencapai 23,85MPa, namun menurun menjadi 16,42MPa pada kandungan sedimen 20%. Untuk model topi Uskup, kuat tekan juga menurun dari 19,79MPa pada kandungan sedimen 0% menjadi 15,76MPa pada kandungan sedimen 20%. Selain itu, penyerapan air juga meningkat seiring penambahan sedimen; model segi empat dengan sedimen 0% memiliki penyerapan air 3,17%, yang meningkat menjadi 10,05% pada kandungan sedimen 20%. Pada model topi Uskup, penyerapan air naik dari 2,87% menjadi 13,42% pada kandungan sedimen 20%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sedimen dalam campuran paving block hanya cocok untuk aplikasi dengan beban ringan, seperti infrastruktur parkir mobil dan area pejalan kaki, sesuai dengan hasil analisis kuat tekan dan nilai penyerapan air.

### Pengertian Beton

Menurut Tjokrodimulyo (1992), Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari medium campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air serta bahan tambahan lain dengan perbandingan tertentu, karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. Berdasarkan SNI 7656:2012 beton dapat diklasifikasikan berat jenisnya yaitu:

- a. Beton normal : berat jenis 2200kg/m<sup>3</sup> sampai 2500kg/m<sup>3</sup>
- b. Beton ringan : berat jenis < 1900kg/m<sup>3</sup>
- c. Beton berat : berat jenis > 2500kg/m<sup>3</sup>

- d. Beton massa yang mempunyai dimensi penampang yang besar yaitu perbandingan antara volume dan luas permukaan, contohnya untuk fondasi, jembatan, pilar, dan lain-lain. Biasanya dianggap massa beton jika dimensinya > 60cm.

Kuat tekan beton adalah perbandingan antara tingkatan beban yang diberikan dengan luas penampang. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, seperti kekuatan fisik, kekuatan kimia, dan kekuatan mekanis.

Pengujian kuat tekan beton dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$f'_c = \frac{P}{A} \tag{1}$$

Keterangan:

$f'_c$  = Tegangan Tekan Maksimum (MPa)

P = Tegangan Maksimal

A = Luasan Silinder

**Tabel 1.** Kuat Tekan Beton

Jenis beton	Kuat tekan (MPa)
Beton sederhana	< 10
Beton ringan	10-15
Beton normal	15-30
Beton pra tegang	30-40
Beton kuat tekan tinggi	40-80
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80

**METODOLOGI PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental hasil dari percobaan dan pengujian laboratorium. Dengan mempelajari referensi yang terkait dengan berbagai penelitian yang dilakukan seperti artikel, jurnal, dan e-book. Dalam penelitian ini, Mutu beton yang digunakan adalah K-175 sebesar  $f'_c = 14.53\text{MPa}$ . Jumlah benda uji beton normal yang direncanakan untuk pengujian kuat tekan, yaitu:

**Tabel 2.** Jumlah Benda Uji Beton Normal

Bahan	Pengujian	Waktu pengujian (Hari)			
		3	7	14	28
Lokal	Kuat tekan	3	3	3	3
Jumlah sampel		12			

Jumlah benda uji beton dengan sedimen 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% terhadap total berat agregat halus alami untuk pengujian kuat tekan beton, yaitu:

**Tabel 3.** Jumlah Benda Uji Dengan Substitusi Agregat Halus 2,5%

Bahan	Pengujian	Waktu pengujian (Hari)			
		3	7	14	28
Sedimen Variasi	Kuat tekan 2,5%	3	3	3	3
Jumlah sampel		12			

**Tabel 4.** Jumlah Benda Uji Dengan Substitusi Agregat Halus 5%

Bahan	Pengujian	Waktu pengujian (Hari)			
		3	7	14	28
Sedimen Variasi	Kuat tekan 5%	3	3	3	3
Jumlah sampel		12			

**Tabel 5.** Jumlah Benda Uji Dengan Substitusi Agregat Halus 7,5%

Bahan	Pengujian	Waktu pengujian (Hari)			
		3	7	14	28
Sedimen	Kuat tekan	3	3	3	3
Variasi	7,5%				
Jumlah sampel		12			

**Tabel 6.** Jumlah Benda Uji Dengan Substitusi Agregat Halus 10%

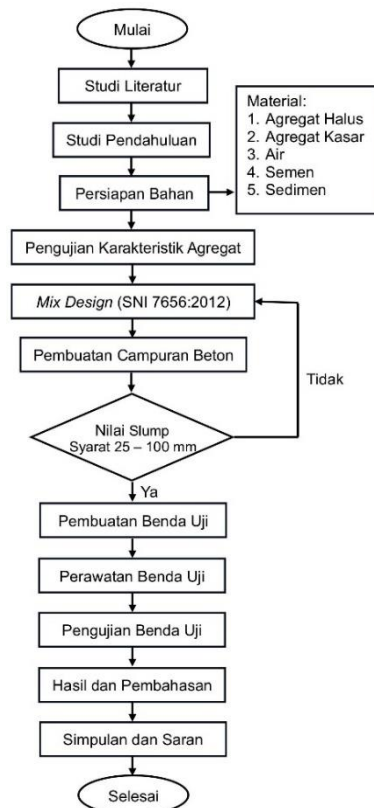
Bahan	Pengujian	Waktu pengujian (Hari)			
		3	7	14	28
Sedimen	Kuat tekan	3	3	3	3
Variasi	10%				
Jumlah sampel		12			

Jumlah keseluruhan sampel benda uji berbentuk kubus 15x15x15cm sebanyak 20 benda uji dan silinder Ø15cm x 30cm sebanyak 40 benda uji. Rancangan komposisi benda uji dengan mutu beton K175 dengan penambahan sedimen dengan substitusi total agregat halus yaitu:

**Tabel 7.** Rencana Komposisi Campuran Benda Uji

Persentase Substitusi	Semen (Kg)	Agregat		Air (L)	Sedimen (Kg)
		Halus (kg)	Kasar (Kg)		
0%	19,89	56,67	51,78	10,83	0
2,5%	19,89	55,25	51,78	10,95	1,41
5%	19,89	53,84	51,78	11,07	2,80
7,5%	19,89	52,42	51,78	11,19	4,21
10%	19,89	51,00	51,78	11,32	5,62
Total	59,67	269,18	258,90	55,36	14,04

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alur Penelitian

**Lokasi Pengambilan Material dan Penelitian**

Lokasi pengambilan sedimen yang berada Bendungan Bili Bili terletak di Desa Bili Bili, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. berjarak sekitar 30 kilometer dari Kota Makassar ke arah hulu pertemuan Sungai Jeneberang dan Sungai Jenelata, titik lokasi pengambilan dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



**Gambar 2.** Peta Lokasi Pengambilan Sedimen Bendungan Bili Bili



**Gambar 3.** Foto Lokasi

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat**

Sebelum pembuatan benda uji, dilakukan pengujian terhadap bahan-bahan yang akan digunakan. Data dari hasil pengujian mulai dari tahap awal pengujian bahan hingga pengujian akhir benda uji. Data yang diperoleh dari penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Makassar.

**Tabel 8.** Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus

No.	Karakteristik	Interval ASTM	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Kadar Air	3,0-5,0	4,33	%	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	0,2-6,0	4,04	%	Memenuhi
3	Berat Jenis	1,6-3,2	2,52	-	Memenuhi

4	Absorpsi (Penyerapan)	0,2-2,0	1,76	%	Memenuhi
5	Berat Volume	>1200	1.500,66	Kg/m <sup>3</sup>	Memenuhi
7	Modulus Kehalusan	2,2-3,1	2,98	-	Memenuhi
8	Kadar Organik	No. 1-4	1	Warna	Memenuhi

**Tabel 9.** Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No.	Karakteristik	Interval ASTM	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Kadar Air	0,5-2,0	1,07	%	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	0,2-1,0	0,94	%	Memenuhi
3	Berat Jenis	1,6-3,2	2,73	-	Memenuhi
4	Absorpsi (Penyerapan)	0,2-4,0	1,79	%	Memenuhi
5	Berat Volume	1,4-1,9	1.476,03	Kg/m <sup>3</sup>	Memenuhi

**Tabel 10.** Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Sedimen Bendungan Bili Bili

No.	Karakteristik	Hasil	Interval	ASTM	Keterangan
1.	Kadar air (H1)	21,07%	3,0% - 5,0%	C.556	Tidak Memenuhi
2.	Kadar air (H7)	13,87%	3,0% - 5,0%	C.556	Tidak Memenuhi
3	Kadar Air	5,33%	3,0% - 5,0%	C.556	Tidak Memenuhi
3.	Kadar lumpur	85,6%	0,2% - 6,0%	C.117	Tidak Memenuhi
4.	Zat organik	No. 2	< No. 3 Warna	C.40	Memenuhi
5.	Berat volume padat	1189,37Kg/m <sup>3</sup>	>1200Kg/m <sup>3</sup>	C.29	Tidak Memenuhi
6.	Berat Jenis SSD	1,88	1,60% - 3,20	C.128	Memenuhi
7.	Absorpsi (Penyerapan)	11,61%	0,2% - 2,0%	C.128	Tidak Memenuhi
8.	Modulus Kehalusan	2,68%	2,20% - 3,10%	C.136	Memenuhi

## B. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Desain campuran beton ini mengacu pada SNI 7656-2012. Berikut data penelitian:

- Kuat tekan direncanakan ( $f'_c$ ) sebesar 14,53MPa.
- Nilai standar deviasi (S) adalah 7MPa. Pengambilan nilai ini disebabkan oleh kurangnya pengalaman lapangan dan untuk jumlah benda uji 12 benda uji setiap pengecoran dengan pengendalian mutu pekerjaan kategori "Cukup".
- Nilai M adalah 11,48MPa
- Perhitungan untuk nilai kuat tekan beton yang direncanakan menggunakan rumus:  
 $f'_{cr} = f'_c + M = 14,53 + 11,48 = 26,01 \text{ MPa} \rightarrow 26 \text{ MPa}$
- Jenis semen yang digunakan adalah Tonasa dengan berat jenis 2,91
- Dari hasil pengujian karakteristik agregat, diperoleh spesifikasi sebagai berikut:
  - Karakteristik agregat halus:
    - Kadar air : 4,33%
    - Penyerapan air : 1,76%
    - Berat jenis (SSD) : 2,52
    - Modulus kehalusan : 2,98
  - Karakteristik agregat kasar:
    - Kadar air : 1,07%
    - Penyerapan air : 1,79%
    - Berat jenis (SSD) : 2,73

**Tabel 11.** Perbandingan Berat Campuran Antara Hitungan Dengan Perkiraan Berat Material dan Atas Dasar Volume Absolut

Material	Perbandingan berdasarkan	
	Berat material (kg/m <sup>3</sup> )	Volume absolut (kg/m <sup>3</sup> )
Air	205	205
Semen	344	344
Agregat Kasar (Kering)	886	886
Agregat Halus (Kering)	920	839

## 7. Koreksi kandungan air

- Agregat kasar (basah) =  $886 + 1,07\% \times 886 = 895\text{kg}$
- Agregat halus (basah) =  $920 + 4,33\% \times 920 = 960\text{kg}$
- Kebutuhan perkiraan air ditambahkan:  
 $205 - (1,07 - 1,79)\% \times 886 - (4,33 - 1,76)\% \times 920 = 188\text{kg}$

**Tabel 12.** Berat Untuk 1m<sup>3</sup> Beton Setelah Koreksi Kandungan Air.

Berat material (kg/m <sup>3</sup> )	Perbandingan berdasarkan berat	
	Berat (kg/m <sup>3</sup> )	Perbandingan komposisi campuran
Air (yang ditambahkan)	188	0,55
Semen	344	1,00
Agregat Kasar (Kondisi Lapangan)	895	2,60
Agregat Halus (Kondisi Lapangan)	960	2,79
Jumlah	2387	

## 8. Volume campuran benda uji dan komposisi campuran

**Tabel 13.** Rekapitulasi Proporsi Campuran Beton Normal Untuk Benda Uji Kubus

Material	Jumlah pada kondisi lapangan (kg/m <sup>3</sup> )	Volume kubus (m <sup>3</sup> )	Berat (kg)	Berat untuk 3 sampel (kg)
Air	188	0,0034	0,64	1,92
Semen	344		1,17	3,51
Batu pecah	895		3,04	9,12
Pasir	960		3,26	10,86
Jumlah	2387		8,11	25,41

**Tabel 14.** Rekapitulasi Proporsi Campuran Beton Normal Untuk Benda Uji Silinder

Material	Jumlah pada kondisi lapangan (kg/m <sup>3</sup> )	Volume silinder (m <sup>3</sup> )	Berat (kg)	Berat untuk 9 sampel (kg)
Air	188	0,0053	0,99	8,91
Semen	344		1,82	16,38
Batu pecah	895		4,74	42,66
Pasir	960		5,09	45,81
Jumlah	2387		12,64	113,76

Dalam perencanaan campuran beton dengan menggunakan sedimen sebagai substitusi sebagian agregat halus dengan proporsi 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari total volume agregat halus dengan perhitungan mirip dengan mix design normal, hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Dari hasil pengujian karakteristik sedimen, diperoleh spesifikasi sebagai berikut:
  - Kadar air : 5,33%
  - Penyerapan air : 11,61%
  - Berat jenis (SSD) : 1,68
  - Volume agregat halus yang digunakan:

**Tabel 15.** Volume Kadar Agregat Halus Yang Digunakan Dalam 1m<sup>3</sup>

Kadar (%)	0%	2,5%	5%	7,5%	10%
Volume agregat halus (kg/m <sup>3</sup> )	920	897	874	851	828
Volume Sedimen (kg/m <sup>3</sup> )	0	23	46	69	92

## 2. Koreksi kandungan air

a. Agregat kasar =  $886 + 1,07\% \times 886 = 895\text{kg}$

b. Sedimen (basah) =  $920 + 5,33\% \times 920 = 969\text{kg}$

c. Kebutuhan perkiraan air ditambahkan:

$$205 - (1,07 - 1,79)\% \times 886 - (5,33 - 11,61)\% \times 969 = 272\text{kg}$$

**Tabel 16.** Berat Untuk 1m<sup>3</sup> Beton Setelah Koreksi Kandungan Air.

Berat material (kg/m <sup>3</sup> )	Perbandingan berdasarkan berat	
	Berat (kg/m <sup>3</sup> )	Perbandingan komposisi campuran
Air (yang ditambahkan)	272	0,79
Semen	344	1,00
Agregat Kasar (Kondisi Lapangan)	895	2,60
Agregat Halus (Kondisi Lapangan)	969	2,82
Jumlah	2480	

## 3. Volume campuran benda uji dan komposisi campuran

**Tabel 17.** Rekapitulasi Proporsi Campuran Beton Dengan Sedimen Untuk Benda Uji Kubus

Material	Jumlah pada kondisi lapangan (kg/m <sup>3</sup> )	Volume kubus (m <sup>3</sup> )	Berat (kg)	Berat untuk 3 sampel (kg)
Air	272	0,0034	0,92	2,76
Semen	344		1,17	3,51
Batu pecah	895		3,04	9,12
Pasir	969		3,29	9,87
Jumlah	2480		8,42	25,26

**Tabel 18.** Rekapitulasi Proporsi Campuran Beton Dengan Sedimen Untuk Benda Uji Silinder

Material	Jumlah pada kondisi lapangan (kg/m <sup>3</sup> )	Volume silinder (m <sup>3</sup> )	Berat (kg)	Berat untuk 9 sampel (kg)
Air	272	0,0053	1,44	12,96
Semen	344		1,82	16,38
Batu pecah	895		4,74	42,66
Pasir	969		5,14	46,26
Jumlah	2480		13,14	118,26

**Tabel 19.** Rekapitulasi Komposisi Campuran Beton Dengan Kadar Sedimen Untuk 3 Sampel Kubus

Kadar (%)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Sedimen (kg)
2,5%	1,94	3,51	9,12	10,59	0,25
5%	1,96	3,51	9,12	10,32	0,49
7,5%	1,98	3,51	9,12	10,05	0,74
10%	2,00	3,51	9,12	9,77	0,99

**Tabel 20.** Rekapitulasi Komposisi Campuran Beton Dengan Kadar Sedimen Untuk 9 Sampel Silinder

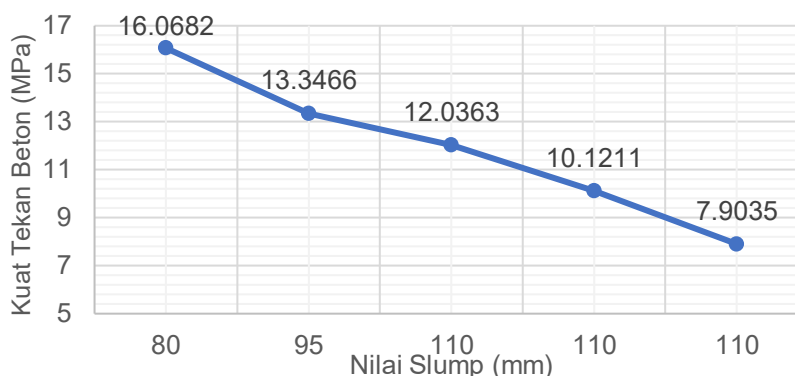
Kadar (%)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Sedimen (kg)
2,5%	9,01	16,38	42,66	44,66	1,16
5%	9,11	16,38	42,66	43,52	2,31
7,5%	9,21	16,38	42,66	42,37	3,47
10%	9,32	16,38	42,66	41,23	4,63

### C. Pengujian Slump

Metode pelaksanaan pengujian slump pada penelitian ini mengacu pada SNI 1972-2008. Pengujian dilakukan terhadap beton normal dengan variasi substitusi sedimen sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% dari berat agregat halus. Gambar 4 menunjukkan hubungan antara nilai slump dan kuat tekan beton yang didapatkan.

**Tabel 21.** Hasil Pengujian slump

Kadar Sedimen yang digunakan (%)	Slump Rencana (mm)	Hasil Slump (mm)
0	25 - 100	80
2,5	25 - 100	95
5	25 - 100	110
7,5	25 - 100	110
10	25 - 100	110

**Gambar 4.** Grafik Hubungan Antara Nilai Slump Dengan Kuat Tekan Beton

### D. Pengujian Kuat Tekan Beton

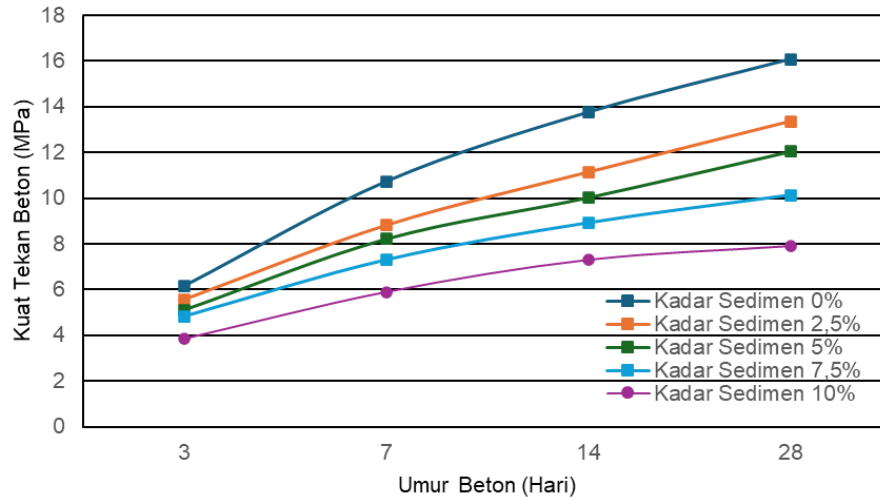
Pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji kubus 15cm x 15cm x 15 cm dan silinder dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm serta dilakukan pengujian pada saat umur 3, 7, 14, dan 28 hari dengan menggunakan *Compression Testing Machine*. Tabel 22 menunjukkan rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata untuk seluruh kadar sedimen yang digunakan pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari. Selain itu, Tabel 23 menunjukkan hasil pengujian massa kubus/silinder beton untuk tiap sampel yang dihasilkan.

**Tabel 22.** Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Rata-Rata

Umur beton (hari)	Kuat tekan beton dengan kadar sedimen dari volume agregat halus (MPa)				
	0%	2,5%	5%	7,5%	10%
3	6,1599	5,5706	5,0970	4,8281	3,8296
7	10,7259	8,8107	8,2059	7,2987	5,8876
14	13,7499	11,1291	10,0203	8,9115	7,2987
28	16,0683	13,3467	12,0363	10,1211	7,9035

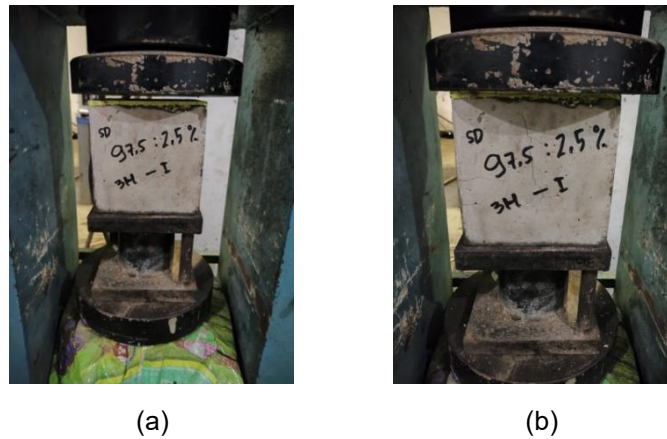
**Tabel 23.** Rekapitulasi Hasil Pengujian Massa Beton Rata-Rata

Umur beton (hari)	Massa beton (kg)				
	0%	2.50%	5%	7.50%	10%
3	7,7722	7,667	7,558	7,55	3,8296
7	11,891	11,815	11,778	11,738	11,635
14	11,87	11,816	11,737	11,723	11,717
28	11,938	11,86	11,747	11,703	11,35

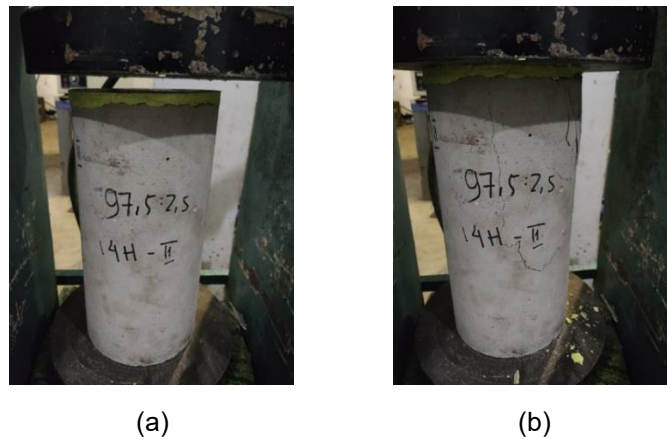


**Gambar 5.** Grafik Hubungan Antara Umur Beton Dengan Kuat Tekan Beton

Gambar 5 menunjukkan hasil hubungan antara umur beton dengan kuat tekan beton dengan variasi kadar sedimen (0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%). Berdasarkan hasil yang didapatkan, dapat terlihat bahwa kuat tekan beton maksimum yang terbaik didapatkan untuk kadar sedimen 0% dan kuat tekan beton berangsur menurun saat kadar sedimen ditambahkan. Kuat tekan beton terendah didapatkan pada campuran dengan 10% kadar sedimen. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penggantian sedimen terhadap volume agregat halus akan mengurangi nilai kuat tekan beton.



**Gambar 6.** Kondisi Kubus (a) Beton Sebelum Pengujian dan (b) Beton Setelah Pengujian



**Gambar 7.** Kondisi Silinder (a) Beton Sebelum Pengujian dan (b) Beton Setelah Pengujian

Berdasarkan pada Gambar 6 dan 7, untuk pola retakan pada beton uji tekan tekan dengan benda uji berbentuk silinder dan kubus, maka dapat di simpulkan sebagai berikut :

Benda Uji Silinder: Pola Retak Vertikal di tengah pada benda uji silinder ini mengindikasikan pola retak yang umum dikenal sebagai *vertical splitting* atau *columnar splitting*. Ini terjadi karena gaya tekan menyebabkan tegangan tarik pada sumbu vertikal silinder. Pola ini sering muncul pada silinder ketika beton mengalami kerusakan akibat tekanan yang menyebabkan retak vertikal yang lurus dari atas ke bawah dan retak Terbatas pada Sisi Samping tanpa adanya pecahan yang menyebar. Ini menunjukkan bahwa tekanan diterapkan secara merata tanpa adanya eksentrisitas atau geseran yang signifikan. Kesimpulan Pola Retakan vertikal ini adalah tanda bahwa kegagalan terjadi melalui tegangan tarik di dalam beton akibat gaya tekan pada arah aksial.

Benda Uji Kubus: Pola Retak pada Sisi dan Sudut: Pola retak pada beton kubus yang tampak di gambar menunjukkan kerusakan yang merata di permukaan sisi-sisi kubus, terutama di tepi dan sudut. Ini adalah karakteristik dari *shear failure* atau *conical failure*, di mana gaya tekan menyebabkan retak yang menyebar ke arah luar dari pusat menuju sudut-sudut dan retak berbentuk kerucut (*Conical Failure*) Pada beberapa bagian, pola retak tampak menyebar secara diagonal dari tengah menuju sisi bawah dan atas, membentuk pola retakan kerucut yang khas pada spesimen kubus yang gagal. Pola ini biasanya menunjukkan bahwa spesimen menerima beban cukup besar hingga menyebabkan area sekitar sudut melemah dan membentuk retak berbentuk kerucut. Kesimpulan Pola Retakan pada benda uji kubus ini menunjukkan gaya tekan yang mendistribusikan tegangan secara tidak merata, dengan intensitas tinggi di pusat dan menurun menuju tepi, yang menyebabkan retakan menyebar ke arah sudut.

## SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan sedimen Bendungan Bili Bili sebagai substitusi agregat halus mengakibatkan penurunan berturut-turut pada kuat tekan beton. Hasil dari pengujian kuat tekan beton dengan penggunaan sedimen 2,5% mengalami penurunan sebesar 13,67% dengan kuat tekan beton pada umur 28 hari yaitu 12,5438MPa setara dengan mutu K150, untuk beton dengan kadar sedimen 5% mengalami penurunan sebesar 22,10% dengan kuat tekan beton pada umur 28 yaitu 11,3177MPa setara dengan mutu K136, sedangkan untuk beton dengan kadar sedimen 7,5% mengalami penurunan sebesar 34,44% dengan kuat tekan beton pada umur 28 yaitu 9,5257MPa setara dengan mutu K115, dan untuk beton dengan kadar sedimen 10% mengalami penurunan sebesar 48,72% dengan kuat tekan beton pada umur 28 yaitu 7,4508MPa setara dengan mutu K90. Adapun penyebab reduksi yang terjadi secara berturut-turut disebabkan oleh tingginya kadar lumpur pada sedimen.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C.29. *Standard Test Method For Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate.*
- ASTM C.33. *Standard Specification for Concrete Aggregates.*
- ASTM C.40. *Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete.*
- ASTM C.494 *Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete.*
- ASTM C.117. *Standard Test Method for Material Finer than 75- $\mu$ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing.*

- ASTM C.127. *Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate.*
- ASTM C.128. *Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.*
- ASTM C.136. *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.*
- ASTM C.556. *Standard Test Method for Resistance of Overglaze Decorations to Attack by Detergents.*
- Asdak, Chay, 1995. *Hidrologi Pengolahan Daerah Aliran Sungai.* Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Ekaputri, A., Kusdian, R. D. dan Bakhtiar, A. B. (2019). Pengaruh penggunaan pasir sedimen sungai citarum sebagai substitusi agregat halus pada campuran beton terhadap kuat tekan beton. *Prosiding SoBAT (Seminar Sosial Politik, Bisnis, Akuntansi dan Teknik)* Universitas Sangga Buana YPKP, Vol. 1, No. 1, pp. 31-43. LPPM Universitas Sangga Buana YPKP.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi beton.* Yogyakarta: Andi Offset.
- Kariwangan, O. H. (2020). *Pengaruh biji salak sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap sifat mekanik beton (Skripsi).* Makassar: Universitas Atma Jaya Makassar.
- Muhammady, E. (2022). *Analisis peningkatan kuat tekan beton terhadap umur beton dengan menggunakan fly ash sebagai bahan substitusi parsial (Skripsi).* Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Nuhun, R., Welendo, L., Ahmad, S. N. dan Sugiyarto, T. 2018. *pemanfaatan bubuk sedimen sebagai bahan penyusun paving block berbasis pengujian kuat tekan dan pengujian penyerapan air. Prosiding Seminar Rekayasa Teknologi (SemResTek),* pp 493-500.
- PBI. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia.*
- SNI 2834:2000. *Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal.*
- SNI 1974:2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder.*
- SNI 1972:2008. *Metode Pengujian Slump Beton.*
- SNI 7656:2012. *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa.*
- SNI 2847:2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan.*
- Tjokrodimuljo, K. (1996). *Teknologi beton.* Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Wardhana, H. (2023). *Analisis pengaruh batu sedimen sebagai pengganti agregat.* Jurnal Rekayasa dan Teknologi, Vol. 1, No. 1, pp 8-14.
- Wilfan, P., L Lisu, T. 2014. *Analisis sedimen melayang yang mengalir dari hulu Sungai Jeneberang menuju waduk Bili Bili (Studi kasus: belakang sand pocket I) (Skripsi).* Makassar: Universitas Atma Jaya Makassar.