

Pengaruh Variasi Faktor Air Semen (FAS) dengan Semen Jenis PCC Terhadap Kuat Tekan Beton

Abd Karim Hadi*, Muhammad Syarif B, Farah Febryanti, Nurhalisa Sideng

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

* abdulkarim.hadi@umi.ac.id

Diajukan: 5 Oktober 2025, Revisi: 26 Oktober 2025, Diterima: 30 Oktober 2025

Abstract

The rapid development of the infrastructure sector in Indonesia has significantly increased the demand for construction materials, particularly concrete. Concrete is the primary choice due to its abundant availability and superior mechanical properties. Cement is a key component in concrete mixtures, with Portland Composite Cement (PCC) commonly used for its high durability and resistance to aggressive environments. Moreover, the water–cement ratio (WCR) has a significant influence on the compressive strength of concrete. This study aims to investigate the effect of varying WCR values on the compressive strength of concrete using two different PCC brands. The experimental work was conducted at the Structural and Materials Laboratory using cylindrical specimens measuring 15 cm × 30 cm. The WCR variations were 0.45, 0.50, and 0.55, with a target concrete strength of $f'c = 25$ MPa. The test results showed that a lower WCR resulted in higher compressive strength. At 28 days, a WCR of 0.45 produced the highest compressive strength of 28.31 MPa for Cement A and 27.18 MPa for Cement B. Therefore, selecting an appropriate WCR is crucial for ensuring the quality and strength of concrete.

Keywords: Compressive Strength, Concrete, Experimental Method, PCC Cement, Water-Cement Ratio

Abstrak

Perkembangan pesat dalam sektor infrastruktur di Indonesia telah mendorong peningkatan signifikan dalam penggunaan material konstruksi, khususnya beton. Beton menjadi pilihan utama karena ketersediaannya yang melimpah dan sifat mekanisnya yang unggul. Semen merupakan komponen kunci dalam campuran beton dan jenis semen PCC atau Portland Composite Cement sering digunakan karena memiliki durabilitas tinggi dan tahan terhadap lingkungan agresif. Selain itu, rasio air terhadap semen atau faktor air semen memiliki pengaruh signifikan terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi nilai faktor air semen terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan dua merek semen PCC yang berbeda. Penelitian dilakukan secara eksperimental di Laboratorium Struktur dan Bahan menggunakan benda uji berbentuk silinder berukuran 15 cm × 30 cm. Variasi faktor air semen yang digunakan adalah 0.45, 0.50, dan 0.55 dengan mutu beton rencana sebesar $f'c = 25$ MPa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin rendah nilai FAS, semakin tinggi kuat tekan beton yang diperoleh. Pada umur beton 28 hari, FAS 0,45 menghasilkan kuat tekan tertinggi yaitu 28,31 MPa untuk semen A dan 27,18 MPa untuk semen B. Dengan demikian, pemilihan nilai FAS yang tepat sangat berpengaruh terhadap kualitas dan kekuatan beton.

Kata Kunci: Beton, Faktor Air Semen, Kuat Tekan, Metode Eksperimen, Semen PCC

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat di bidang infrastruktur telah menjadi indikator penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi dan sosial di Indonesia (Siahay et al., 2023). Berbagai proyek pembangunan seperti gedung bertingkat, jembatan dan fasilitas umum lainnya terus meningkat seiring dengan tuntutan masyarakat modern terhadap sarana dan prasarana yang lebih baik (Hisyam, 2024). Beton menjadi material dominan dalam struktur bangunan karena memiliki keunggulan dalam aspek kekuatan, ketahanan dan kemudahan pengerjaan (Fatriady et al., 2022). Dibandingkan dengan material lainnya seperti kayu, baja dan beton menawarkan efisiensi biaya dan umur layanan yang relatif lebih lama (Arifin et al., 2025). Oleh karena itu, penelitian terhadap kualitas beton menjadi sangat relevan untuk memastikan kelayakan dan keselamatan struktur jangka panjang (Saputra et al., 2025).

Beton adalah material komposit yang terbentuk dari perpaduan empat komponen esensial, yaitu semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Untuk mencapai karakteristik khusus, campuran ini juga dapat dimodifikasi dengan penambahan bahan aditif tertentu (Ashad et al., 2019). Performa dan mutu beton sangat bergantung pada nilai kuat tekannya. Kekuatan ini sendiri dipengaruhi secara signifikan oleh faktor-faktor seperti jenis semen dan Faktor Air Semen (FAS) (Ashad, Supardi, et al., 2020). Dalam percobaan FAS yang terlalu tinggi dapat menyebabkan beton lebih mudah dikerjakan tetapi menurunkan kekuatan akhir, sementara FAS yang terlalu rendah meningkatkan kekuatan namun menyulitkan dalam pengerjaan (Ashad, 2022). Oleh karena itu, pengendalian nilai FAS dalam komposisi campuran beton merupakan tantangan utama dalam proses desain dan produksi beton yang berkualitas (Ashad, Maulana, et al., 2020).

Semen sebagai bahan pengikat utama dalam beton turut mempengaruhi hasil akhir kuat tekan (Ashad, 2024). Salah satu jenis semen yang banyak digunakan adalah semen jenis Portland Composite Cement (PCC) yang dikenal memiliki karakteristik durabilitas tinggi tahan terhadap sulfat, serta panas hidrasi yang rendah (Hidayat, 2009). Menurut Rachmi (2020), semen PCC juga memiliki keunggulan dalam ketahanan terhadap lingkungan agresif dan memberikan umur layanan yang lebih panjang bagi struktur. Demikian, performa semen PCC sangat dipengaruhi oleh variabel campuran lain, khususnya nilai FAS yang digunakan (Yanita, 2020). Hal ini menjadi dasar perlunya penelitian lanjutan untuk memahami lebih jauh hubungan antara jenis semen PCC dan variasi FAS terhadap kuat tekan beton (Hadi et al., 2013).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pengaruh faktor air semen terhadap kekuatan beton. Sari et al. (2015) menyatakan bahwa terdapat korelasi negatif antara nilai FAS dengan kuat tekan beton, dimana peningkatan nilai FAS menyebabkan penurunan kekuatan karena meningkatnya porositas pada beton yang dihasilkan. Namun, sebagian besar studi tersebut menggunakan satu jenis semen tanpa mempertimbangkan variasi antar merek semen PCC yang tersedia di pasaran (Ashad et al., 2024). Perbedaan komposisi kimia dan proses produksi dari masing-masing merek semen berpotensi menghasilkan performa beton yang berbeda meskipun berada dalam satu klasifikasi jenis semen. Ketidakseimbangan inilah yang mendorong perlunya penelitian yang lebih spesifik mengenai pengaruh merek semen PCC terhadap kuat tekan beton dengan variasi FAS tertentu.

Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk mengidentifikasi perbedaan kuat tekan beton yang disebabkan oleh variasi Faktor Air Semen (FAS) saat menggunakan dua merek semen Tipe PCC yang berbeda. Melalui metode eksperimental, penelitian ini akan menganalisis bagaimana perubahan nilai FAS memengaruhi perkembangan kekuatan pada berbagai umur beton. Hasilnya diharapkan dapat memberikan wawasan baru bagi praktik perancangan campuran beton yang lebih efektif dengan mempertimbangkan karakteristik spesifik dari semen yang digunakan.

2. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan milik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia yang menjadi lokasi seluruh tahapan pengujian.

B. Variabel Penelitian

Studi eksperimental ini dirancang untuk mengevaluasi pengaruh dari dua variabel utama. Variabel independen pertama adalah Faktor Air Semen (FAS) yang diatur pada tiga tingkatan berbeda yaitu 0.45, 0.50 dan 0.55. Variabel kedua adalah faktor komparatif yaitu penggunaan dua merek semen Tipe PCC yang berbeda (Semen A dan Semen B). Untuk semua pengujian digunakan sampel beton silindris (diameter 15 cm, tinggi 30 cm) dengan target mutu beton rencana sebesar $f'c = 25$ MPa.

C. Tahapan Penelitian

a) Tahap Pemeriksaan Bahan

Sebelum merancang komposisi campuran beton, seluruh material penyusun terlebih dahulu diuji untuk mengetahui karakteristik fisiknya guna memastikan kesesuaian terhadap standar teknis yang berlaku. Agregat kasar dan halus diperiksa melalui serangkaian pengujian seperti analisis gradasi dengan saringan, pengukuran berat jenis, daya serap air, kadar lumpur, dan berat volume, sesuai dengan ketentuan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI). Sementara pengujian terhadap semen portland dilakukan untuk menentukan sifat-sifat dasarnya, meliputi berat jenis, tingkat kehalusan, konsistensi normal, serta waktu ikat awal dan akhir.

b) Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*) Dan Pembuatan Benda Uji

Mengacu pada metode SNI 7656:2012, dilakukan perancangan komposisi campuran beton dengan target kekuatan tekan $f'c = 25$ MPa. Proses realisasinya diawali dengan penimbangan setiap material sesuai proporsi yang kemudian dicampur secara mekanis. Sebelum dicetak, konsistensi adukan segar diverifikasi melalui uji slump. Selanjutnya, adukan dituangkan ke dalam cetakan silindris berukuran 15 x 30 cm dan dipadatkan menggunakan mesin penggetar untuk memastikan tidak ada rongga udara yang terperangkap.

c) Perawatan Benda Uji

Proses perawatan (*curing*) benda uji dilakukan dengan metode perendaman penuh

dalam air, sesuai standar SNI 4810:2013. Prosedur ini dimulai setelah beton mengeras selama 24 jam dan dikeluarkan dari cetakannya. Tujuan utama dari perendaman ini adalah untuk menjaga kelembapan secara kontinu yang sangat penting agar reaksi hidrasi semen dapat berlangsung sempurna dan kekuatan beton berkembang secara optimal.

d) Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 3, 14, dan 28 hari sesuai dengan ketentuan dalam SNI 1974:2011. Setiap silinder beton dikenai beban tekan secara aksial dengan laju pembebanan yang konstan hingga mengalami keruntuhan. Nilai beban maksimum yang tercatat sebelum benda uji hancur digunakan sebagai dasar dalam perhitungan kuat tekan aktual beton.



Gambar 1 Pengujian Kuat Tekan Beton

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Pemeriksaan Material

a) Pemeriksaan Semen

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Semen

1. Berat Jenis	3.17	3.15	3,05–3,25
2. Kehalusan (Tertahan No. 100)	0%	0%	0%
3. Kehalusan (Tertahan No. 200)	1.53%	1.57%	10%
4. Waktu Ikat Awal	86 menit	105 menit	Min 45 menit
5. Waktu Ikat Akhir	195 menit	150 menit	Maks 375 menit
6. Massa Isi Padat	1337 kg/m ³	1320 kg/m ³	1100–1401 kg/m ³
7. Massa Isi Gembur	1264 kg/m ³	1250 kg/m ³	-

Tabel 1 di atas menyajikan hasil pengujian karakteristik fisis yang dilakukan terhadap dua merek semen *Portland Composite Cement (PCC)* yaitu semen A dan semen B. Berdasarkan data hasil pengujian dapat dilihat bahwa kedua jenis semen tersebut memenuhi seluruh parameter yang disyaratkan dalam spesifikasi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kedua merek semen ini layak dan memenuhi syarat untuk digunakan sebagai material dalam penelitian ini.

b) Pemeriksaan Agregat Kasar

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Karakteristik	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Modulus Kehalusan	6,47	6,0 – 7,1	SNI 03-2834-2000
2.	Kadar Air	1,62 %	≤ 2 %	SNI 1971:2011
3.	Berat jenis	2,59	2,4 – 2,9	SNI 1970:2008
	Penyerapan	1,50 %	≤ 3 %	
4.	Massa Isi Padat	1.685 Kg/m ³	1.280- 1.920 Kg/m ³	SNI 4804:1998
	Massa Isi Gembur	1.274 Kg/m ³		
5.	Kadar Lumpur	0,31 %	≤ 1 %	SK SNI-04-1989-F
6.	Keausan	20,13%	≤ 40 %	SNI 2417 : 2008

Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa seluruh karakteristik agregat kasar yang diuji telah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai modulus kehalusan sebesar 6,47 berada dalam rentang ideal yang mengindikasikan gradasi butiran yang baik. Selain itu, nilai kadar lumpur (0,31%) dan keausan (20,13%) yang jauh di bawah ambang batas menunjukkan bahwa agregat ini bersih dan memiliki ketahanan yang baik.

c) Pemeriksaan Agregat Halus

Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Karakteristik	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Modulus Kehalusan	2.35	2,3 – 3,1	SNI 03-2834-2000
2.	Kadar Air	3.43%	≤ 6,5%	SNI 1971:2011
3.	Berat Jenis	2.68	2,4 – 2,9	SNI 1970:2008
	Penyerapan	1.01%	≤ 3%	
4.	Massa Isi Padat	1.634 Kg/m ³	1.200 - 1.750 Kg/m ³	SNI 4804:1998
	Massa Isi Gembur	1.371 Kg/m ³		
5.	Kadar Lumpur	2.90%	≤ 5%	SK SNI-04-1989-F
6.	Kadar Organik	No. 2	Standar (No.3)	SNI 2816:2014

Berdasarkan hasil pengujian pada **Tabel 3**, seluruh karakteristik agregat halus telah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Hasil pengujian menunjukkan kadar lumpur sebesar 2,90% dimana spesifikasi memenuhi syarat yang diizinkan yaitu ≤ 5%.

B. Analisis Proporsi Campuran

Tabel 4 Proporsi Campuran Beton per 1 m³

Variasi (FAS)	Semen (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Kebutuhan Air Semen A (Ltr)	Kebutuhan Air Semen B (Ltr)
0.45	413.99	1000.009	727	186.228	186.296
0.5	372.591	1000.009	727	186.228	186.296
0.55	338.719	1000.009	727	186.228	186.296

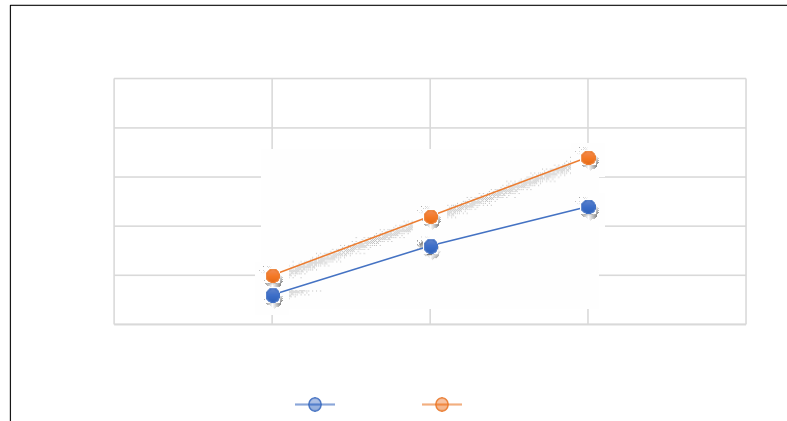
Dari **Tabel 4** dapat dilihat bahwa untuk mencapai nilai Faktor Air Semen (FAS) yang berbeda, jumlah semen divariasikan sementara jumlah air dijaga relatif konstan. Proporsi agregat kasar dan agregat halus juga dipertahankan sama untuk semua variasi guna menjaga konsistensi campuran.

C. Analisis Pengujian Slump (Workability)

Uji *slump* adalah salah satu pengujian utama pada beton segar untuk mengukur tingkat konsistensi atau *workability*-nya. Nilai *slump* menggambarkan kemudahan campuran beton untuk diaduk, dituang, dan dipadatkan tanpa mengalami pemisahan material atau *segregasi*.

Tabel 5 Hasil Pengujian *Slump Test*

Nama	Faktor Air Semen (FAS)	Slump Test (cm)	Spesifikasi Rencana (cm)
Semen A	0,45	7,8	Min 2,5
	0,50	8,3	
	0,55	8,7	-
Semen B	0,45	8	Maks 10
	0,50	8,6	
	0,55	9,2	



Gambar 2 Grafik Hubungan Antara Nilai Slump dengan Variasi Faktor Air Semen (FAS)

Hasil pengujian menunjukkan adanya hubungan yang berbanding lurus antara Faktor Air Semen (FAS) dengan nilai *slump*. Untuk kedua merek semen, nilai *slump* meningkat secara konsisten seiring kenaikan FAS dari 0,45 ke 0,55 dengan rentang hasil antara 7,8 cm hingga 9,2 cm. Seluruh nilai *slump* yang diperoleh ini telah memenuhi spesifikasi yang direncanakan.

D. Analisis Pengujian Kuat Tekan

Nilai kuat tekan beton diperoleh melalui pengujian tekan terhadap benda uji berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm menggunakan mesin uji tekan. Beban diberikan secara bertahap hingga benda uji mengalami keruntuhan. Kuat tekan dihitung dengan membagi beban maksimum yang ditahan sebelum hancur terhadap luas penampang silinder.

Tabel 6 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Untuk Semen A

No	Tanggal Cor	Tanggal Test	Umur Test (Hari)	Slump (cm)	Kode Benda Uji (FAS)	Beban (P) kN	Kuat Tekan Aktual (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	(%)
1	05/05/2025	08/05/2025	3	7.8	0,45	195	11.04	11.04	44.16
				7.8		200	11.32		
				7.8		190	10.76		
		19/05/2025	14	7.8	0,45	405	22.93	23.4	93.61
				7.8		415	23.5		
				7.8		420	23.78		
		02/06/2025	28	7.8	0,45	490	27.74	28.31	113.23
				7.8		500	28.31		
				7.8		510	28.87		
2	06/05/2025	09/05/2025	3	8.3	0,50	170	9.62	10.19	40.76
				8.3		180	10.19		
				8.3		190	10.76		
		20/05/2025	14	8.3	0,50	375	21.23	21.61	86.44
				8.3		390	22.08		
				8.3		380	21.51		
		03/06/2025	28	8.3	0,50	465	26.33	26.8	107.2
				8.3		475	26.89		
				8.3		480	27.18		
3	07/05/2025	10/05/2025	3	8.7	0,55	165	9.34	9.62	38.5
				8.7		170	9.62		
				8.7		175	9.91		
		21/05/2025	14	8.7	0,55	345	19.53	19.63	78.51
				8.7		340	19.25		
				8.7		355	20.1		
		04/06/2025	28	8.7	0,55	440	24.91	24.91	99.65
				8.7		435	24.63		
				8.7		445	25.19		

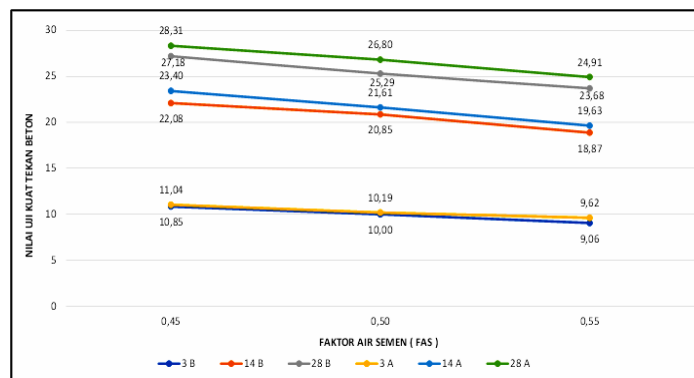
Tabel 7 Hasil Uji Kuat Tekan Untuk Semen B

No	Tanggal Cor	Tanggal Test	Umur Test (Hari)	Slump (cm)	Kode Benda Uji (FAS)	Beban (P) kN	Kuat Tekan Aktual (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	(%)
1	06/05/2025	09/05/2025	3	8	0,45	190	10.76	10.85	43.41
				8		190	10.76		
				8		195	11.04		
		20/05/2025	14	8	0,45	390	22.08	22.08	88.32
				8		385	21.8		
				8		395	22.36		
		03/06/2025	28	8	0,45	480	27.18	27.18	108.7
				8		485	27.46		
				8		475	26.89		
2	07/05/2025	10/05/2025	3	8.6	0,50	185	10.47	10,00	40.01

				8.6		170	9.62		
				8.6		175	9.91		
	21/05/2025		14	8.6	0,50	375	21.23	20.85	83.42
				8.6		360	20.38		
				8.6		370	20.95		
	04/06/2025		28	8.6	0,50	450	25.48	25.29	101.2
				8.6		455	25.76		
				8.6		435	24.63		
3	08/05/2025	11/05/2025	3	9.2	0,55	155	8.78	9.06	36.23
				9.2		165	9.34		
				9.2		160	9.06		
	22/05/2025		14	9.2	0,55	340	19.25	18.87	75.49
				9.2		335	18.97		
				9.2		325	18.4		
	05/06/202		28	9.2	0,55	400	22.65	23.68	94.74
		5		9.2		420	23.78		
				9.2		435	24.63		

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring bertambahnya umur beton pada semua variasi pengujian (umur 3, 14, dan 28 hari) dengan pola yang relatif konsisten. Pada kedua jenis semen yang digunakan, terdapat kecenderungan hubungan negatif antara nilai Faktor Air Semen (FAS) dan kuat tekan beton, di mana peningkatan nilai FAS cenderung menurunkan kuat tekan yang dihasilkan.

a) Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (FAS)



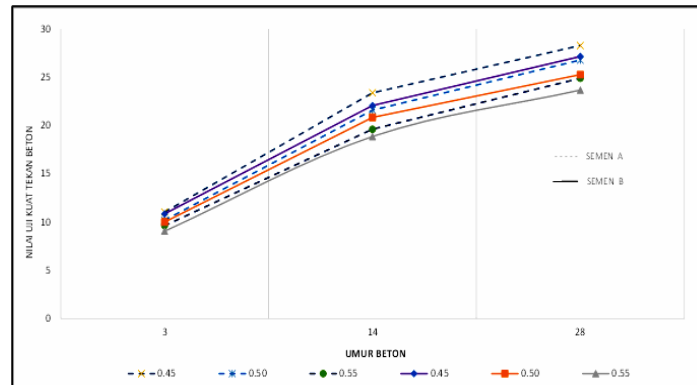
Gambar 3 Grafik Gabungan Hubungan Antara Kuat Tekan dengan Faktor Air Semen (FAS) Merek Semen A & B

Analisis data yang disajikan pada **Gambar 3** menunjukkan hubungan yang bersifat negatif antara Faktor Air Semen (FAS) dengan kuat tekan beton untuk kedua merek semen. Hal ini mengonfirmasi bahwa peningkatan nilai FAS secara konsisten menyebabkan penurunan kuat tekan. Penurunan ini terjadi karena pada FAS yang lebih tinggi, kandungan semen dalam campuran menjadi lebih rendah. Akibatnya proses ikatan antara partikel menjadi kurang sempurna dan menghasilkan beton yang lebih berpori serta kurang padat. Sebaliknya, campuran dengan FAS rendah (0,45) memiliki kadar semen yang lebih tinggi,

sehingga menghasilkan beton yang lebih padat dan kuat.

b) Hubungan Antara Kuat Tekan dan Umur Beton

8



Gambar 4 Grafik Gabungan Hubungan Antara Kuat Tekan dengan Umur Beton Merek Semen A & B

Analisis data menunjukkan hubungan yang berbanding lurus antara umur beton dan kuat tekan, dimana kekuatan beton meningkat seiring berjalannya waktu. **Gambar 4** menyajikan hubungan ini dalam bentuk kurva regresi logaritmik. Pada umur awal (3 hari) kuat tekan masih relatif rendah karena proses hidrasi baru dimulai. Kekuatan meningkat secara signifikan pada umur 14 hari dan mendekati kekuatan puncaknya pada umur 28 hari, dimana sebagian besar reaksi hidrasi semen telah berlangsung sempurna.

E. Pembahasan

a) Analisis Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material merupakan tahap krusial untuk memastikan kualitas bahan dasar sebelum digunakan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semen A dan semen B telah memenuhi seluruh spesifikasi fisis yang disyaratkan seperti berat jenis dan kehalusan. Perbedaan minor teridentifikasi pada waktu ikat dimana semen A memiliki waktu ikat awal yang lebih cepat. Perbedaan ini mengindikasikan adanya variasi pada komposisi kimia yang berpotensi memengaruhi laju hidrasi dan perkembangan kekuatan.

Untuk agregat kasar dan agregat halus seluruh hasil pengujian menunjukkan bahwa material ini berkualitas tinggi dengan nilai modulus kehalusan dan ketahanan aus yang berada dalam rentang ideal. Hal ini memastikan tidak akan menjadi faktor penghambat dalam pencapaian kekuatan beton.

b) Analisis Proporsi Campuran

Perancangan proporsi campuran (*mix design*) dilakukan mengacu pada metode SNI 7656:2012 dengan target mutu beton $f'_c = 25$ MPa. Strategi utama dalam penelitian ini adalah menjaga jumlah air konstan dengan variasi jumlah semen untuk mendapatkan tiga tingkatan Faktor Air Semen (FAS) yang berbeda (0,45, 0,55, dan 0,55). Konsekuensinya, campuran dengan FAS rendah memiliki kandungan semen yang paling tinggi, dan sebaliknya. Pendekatan ini memungkinkan analisis pengaruh FAS

terhadap kekuatan beton dapat dilakukan secara langsung dan terukur.

c) Analisis Pengujian *Slump*

Hasil uji *slump* mengonfirmasi adanya hubungan berbanding lurus antara Faktor Air Semen (FAS) dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) beton. Peningkatan nilai FAS dari 0,45 ke 0,55 secara konsisten menaikkan nilai *slump* pada kedua jenis semen. Fenomena ini terjadi karena semakin tinggi kadar air dalam campuran, viskositas pasta semen menurun, sehingga adukan menjadi lebih cair dan mudah mengalir. Meskipun terdapat perbedaan *workability* seluruh nilai *slump* yang dihasilkan (berkisar antara 7,8 cm hingga 9,2 cm) berada dalam rentang spesifikasi yang direncanakan, sehingga semua variasi campuran layak untuk pengujian lebih lanjut.

d) Analisis Pengujian Kuat Tekan

Analisis hasil uji kuat tekan beton menunjukkan adanya pola hubungan yang berbanding terbalik secara konsisten antara Faktor Air Semen (FAS) dengan kekuatan yang dihasilkan. Pola ini terbukti secara kuantitatif pada hasil pengujian umur 28 hari dimana untuk semen A kuat tekan menurun dari 28,31 MPa pada FAS 0,45 menjadi 24,91 MPa pada FAS 0,55. Begitu pula pada semen B yang kekuatannya turun dari 27,18 MPa (FAS 0,45) menjadi 23,68 MPa (FAS 0,55). Penurunan ini sesuai dengan teori dasar beton, dimana rasio air terhadap semen yang lebih rendah menghasilkan matriks yang lebih padat, minim porositas, dan memiliki ikatan partikel yang lebih kuat. Selain pengaruh FAS perbandingan kinerja menunjukkan bahwa semen A secara konsisten lebih unggul daripada semen B. Pada kondisi optimal (FAS 0,45, umur 28 hari), kekuatan semen A yang mencapai 28,31 MPa secara jelas melampaui semen B yang sebesar 27,18 MPa. Kinerja yang lebih optimal ini dapat dikaitkan pada karakteristik material semen A seperti waktu ikat yang lebih cepat dan komposisi kimia yang lebih reaktif yang mendukung laju hidrasi yang lebih efektif. Terlepas dari perbedaan ini, semua variasi campuran juga menunjukkan peningkatan kekuatan yang signifikan seiring bertambahnya umur, yang mengonfirmasi bahwa proses hidrasi terus menyempurnakan struktur beton dari waktu ke waktu.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, nilai *slump* meningkat seiring dengan bertambahnya FAS. Dimana hubungan antara FAS dengan *slump* adalah berbanding lurus artinya semakin tinggi nilai FAS maka semakin tinggi *slump* yang dihasilkan. Nilai *slump* tertinggi diperoleh pada FAS 0,55 baik pada merek semen A (8,7 cm) maupun pada Semen B (9,2 cm). Nilai *slump* pada semen B menghasilkan nilai sedikit lebih tinggi dibandingkan semen A pada setiap variasi FAS, hal ini menunjukkan bahwa beton dengan semen B memiliki *workability* (kelecekan) yang lebih baik dibandingkan dengan semen A pada kondisi pencampuran yang sama. Dua faktor utama yang memengaruhi kuat tekan beton dalam penelitian ini Faktor Air Semen (FAS) dan umur beton menunjukkan hubungan yang berlawanan. Ditemukan bahwa kuat tekan memiliki hubungan berbanding terbalik dengan FAS, dimana nilai kekuatan tertinggi sebesar 28,31 MPa (Semen A) dan 27,18 MPa (Semen B) dicapai pada FAS terendah (0,45). Sebaliknya kuat tekan menunjukkan hubungan berbanding lurus dengan umur yang terus meningkat seiring penyempurnaan proses hidrasi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, N., Wibowo, K., & Ni'am, M. F. (2025). Model Teknologi Rumah Instan Baja Ringan Sebagai Alternatif Gudang Proyek Yang Praktis Dan Ekonomis. *Jurnal Kajian Ruang*, 5(1), 93–105.
- Ashad, H. (2022). Penggunaan Terak Nikel Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Agregat Kasar Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Teknik Sipil (Jurnal Teoretis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil)*, 29(3), 257–262. <https://doi.org/10.5614/jts.2022.29.3.7>
- Ashad, H. (2024). Dampak Intrusi Mikroorganisme Terhadap Material Beton dan Cara Penanggulangannya. Deepublish.
<https://repository.deepublish.com/publications/584505/dampak-intrusi-mikroorganisme-terhadap-material-beton-dan-cara-penanggulangannya>
- Ashad, H., Billa, G. W. S., & Supri, S. C. (2019). Persamaan Konstitusif Beton Menggunakan Beton Daur Ulang sebagai Agregat Kasar dengan Additive Silica Fume. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 4(1), 41–53.
<https://doi.org/10.33096/jtسم.v4i1.360>
- Ashad, H., Maulana, M. I., & Rahayu, A. (2020). Kontribusi Limbah Batu Bata Merah Sebagai Alternatif Pengganti Parsial Semen Pada Beton. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 5(1), 35–40.
- Ashad, H., Nurdin, R. M. S. H., Nizar, M. C., Utina, T., & Syarif, M. (2024). Sifat sifat Mekanik Beton Dengan Menggunakan Fiber Reinforced Polymer (FRP). *Jurnal Talenta Sipil*, 7(2), 540–549.
- Ashad, H., Supardi, S., Mappiasse, A., Zhahir, A. M. I., & Surya, D. P. (2020). Pemanfaatan Limbah Pembakaran Batu Bara Sebagai Bahan Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 5(1), 76–83.
<https://doi.org/10.33096/jtسم.v5i1.391>
- Fatriady, M. R., Rachman, M. R., Jamal, M., Muliawan, I. W., Mustika, W., & Mabui, D. S. S. (2022). *Teknologi Bangunan dan Material*. Tohar Media.
- Hadi, A. K., Ashad, H., Jusoff, K., Iskandar, B. P., & Basri, L. (2013). Optimization of Fly Ash and Silica Fume as Materials Substitution for Cement with Ternary System CAS. *Optimization*, 2(3), 2.
- Hidayat, S. (2009). *Semen: jenis & aplikasinya*. Kawan Pustaka.
https://books.google.com/books/about/Semen_jenis_aplikasinya.html?id=7_hYzQEACA AJ
- Hisyam, M. F. (2024). Analisis Elemen-elemen dan Penerapan Konstruksi Berkelanjutan proyek bangunan Gedung bertingkat pada tahap pelaksanaan = Analysis of Elements and Implementation of Sustainable Construction in High Rise Building Projects during the implementation Phase [Universitas Hasanuddin]. In Universitas Hasanuddin. <https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/37447>

- Rachmi, Y. (2020). Semen PCC Sebagai Material Green Construction dan Kinerja Beton Yang Dihasilkan. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 19(1), 13–18.
- Saputra, A. A. I., Sujatmiko, H., & Baihaqi, A. (2025). *Manajemen dan Material Konstruksi untuk Pembangunan Berkelanjutan*. Greenbook Publishing Indonesia.
- Sari, R. A., Wallah, S. E., & Windah, R. S. (2015). The Effect of Amount of Cement and FAS on the Compressive Strength of Concrete with Aggregate Derived from Rivers. *Journal of Civil Statics*, 3(1), 68–76.
- Siahay, M. C., Ahmad, S. N., Gusty, S., Supacua, H. A. I., Ampangallo, B. A., Rachman, R. M., & Maitimu, A. (2023). *Pembangunan infrastruktur di Indonesia*. Tohar Media.
- Yanita, R. (2020). Semen PCC sebagai material green construction dan kinerja beton yang dihasilkan. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 19(1), 13–18. <https://jst.ejournal.unri.ac.id/index.php/JST/article/download/7604/6621>