

Analisis Pengaruh Perawatan Terhadap Nilai Kuat Tekan Pada Beton *Self-Compacting Concrete* (SCC)

*Irzal Agus¹, Riska¹

Program Studi Teknik Sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Indonesia¹

*irzalagus@unidayan.ac.id

Dikirim : 20 September 2023, Revisi : 13 Oktober 2023, Diterima : 14 Oktober 2023

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar nilai kuat tekan beton *self-compacting concrete* (SCC) terhadap pengaruh variasi perawatan beton yang direndam dalam air dan tidak direndam pada umur beton 3, 7, dan 28 hari. Penelitian ini menggunakan metode *eksperimental laboratorium* dengan benda uji berbentuk silinder 15 cm x 30 cm. 15 buah benda uji untuk beton SCC yang direndam air dan 15 buah benda uji untuk beton SCC yang tidak direndam. Hasil nilai dari uji kuat tekan beton SCC pada umur 3 hari dengan metode perawatan dengan cara di rendam dalam air diperoleh hasil rata-rata sebesar 15,12 MPa, sedangkan yang tidak direndam diperoleh hasil rata-rata sebesar 13,91 MPa atau mengalami penurunan sebesar 8,00%. Pada umur 7 hari beton SCC yang direndam memiliki kuat tekan beton rata-rata sebesar 23,37 MPa, sedangkan yang tidak direndam diperoleh hasil kuat tekan rata-rata sebesar 22,68 MPa atau mengalami penurunan kuat tekan sebesar 2,95%, begitu juga dengan beton SCC pada umur 28 hari memiliki kuat tekan beton rata-rata 37,11 MPa, sedangkan yang tidak direndam diperoleh hasil kuat tekan rata-rata sebesar 36,65 MPa atau mengalami penurunan kuat tekan sebesar 1,24%.

Kata kunci : Beton SCC, Perawatan, Kuat Tekan Beton.

Pendahuluan

Negara Jepang pertama kali yang menggunakan Beton SCC, dimana waktu itu Jepang mengalami beberapa kasus seperti sulitnya pengecoran struktur beton yang dilakukan dengan cara pemadatan manual dikarenakan terdapat penulangan yang sangat rapat ataupun karena bentuk cetakan atau bekisting yang tidak memungkinkan, maka dari itu dikawatirkan akan terjadi keropos apa bila dilakukan manual. Sehingga para ilmuwan Jepang menemukan beton yang dapat padat dengan sendirinya atau disebut *Self-compacting concrete* (SCC).

Beton SCC merupakan beton yang mampu mengisi ruang pada bekisting dengan beratnya sendiri dan pemadatan sendiri tanpa menggunakan alat pemadat (*vebrator*). Dalam riset ini, bahan material menggunakan batu alam (bulat) sebagai agregat kasar yang diperoleh dari bahan material lokal begitu pula dengan agregat halus. Batu alam ini bersifat tetap atau tidak mudah mengalami perubahan bentuk dan kualitasnya walau tertanam dalam tanah. Beton SCC merupakan salah satu beton mutu tinggi karena dengan penambahan bahan tambah *superplasticizer* dan *SB super beton* (*Retarder*)

akan memiliki kuat tekan lebih besar dibandingkan beton normal. Bahan material pembentuk beton SCC tersebut harus memenuhi syarat karakteristik agregat yang diinginkan. Begitupula pada metode pencampurannya harus memenuhi syarat pencampuran beton SCC yang telah ditentukan. Takaran agregat kasar dalam campuran beton konvensional mencapai 70-75 % dari jumlah volume beton. Namun pada beton SCC agregat kasar hanya berjumlah pada kisaran kurang lebih 50 % dari jumlah volume beton, agar dapat mengalir dan memadat secara mandiri tanpa bantuan alat penggetar (Sugiharto & Kusuma, 2001).

Untuk mendapatkan kemudahan dalam pengerjaan yang baik dan homogenitas beton, dibutuhkan *viscocrete admixture* (Sugiharto & Kusuma, 2001).

Pengujian kuat tekan beton SCC yang menggunakan material pecahan marmer nilai kuat tekannya lebih rendah dibandingkan SCC yang menggunakan batu pecah secara keseluruhan sebagai agregat kasar (Wihardi, Parung, et al., 2006). Perawatan beton dalam pelaksanaan pekerjaan beton sangatlah penting, perawatan ini dilaksanakan agar supaya proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan.

Perawatan beton dilaksanakan tidak hanya untuk memperoleh kekuatan beton akan tetapi juga untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton tersebut, kedap air, tahan aus, juga stabilitas dari bentuk struktur. Perawatan beton dilakukan sesuai dengan peraturan (SNI 2493-2011, 2011). Berdasarkan (EFNARC, 2005), beton dikatakan sebagai SCC apabila memenuhi syarat standar dan sifat. Perhatikan syarat standar jumlah material SCC pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Syarat standar jumlah material SCC

Material	Badas Dalam Berat (kg/m ³)
Powder	380-600
Air	150-210
Agregat kasar	750-1000
Agregat halus	48-55% dalam betar agregat

Sifat segar SCC antara lain; Kemampuan mengisi ruang (*filling ability*), Kemampuan melewati tulangan (*passing ability*) serta Ketahanan terhadap segregasi (*segregation resistance*). Sifat padat SCC antara lain; kekuatan, ketahanan, absorbs dan permeabilitas.

Bahan pembuatan beton SCC

1. Semen *Portland*

Berdasarkan (SNI 15-7064-2004, 2004), semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air.

2. Agregat

Persyaratan mengenai proporsi agregat dengan gradasi ideal yang direkomendasikan terdapat dalam standar (ASTM C33-03, 2001) "*Standard Spesification for Concrete Aggregates*".

3. Air

Air sangat dibutuhkan dalam pembuatan beton hal ini dikarenakan air dapat memicu proses kimiawi semen, agregat menjadi basah dan proses pengerjaan beton akan lebih mudah. Penggunaan air dalam campuran beton harus memenuhi syarat yang telah ditentukan.

4. Bahan Tambah (*Admixture*)

Admixture atau bahan tambah adalah bahan yang digunakan/ditambahkan kedalam campuran beton yang fungsinya untuk merubah sebagian sifat dari beton agar sesuai dengan pekerjaan tertentu. Menurut Tri Mulyono (2003) dalam bukunya

mengatakan salah satu cara yang digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton adalah dengan menambahkan bahan tambah misalnya untuk beton mudah dikerjakan, dapat menghemat biaya, serta untuk tujuan lain seperti beton hemat energi.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimen, dimana diawali dengan melaksanakan pemeriksaan karaketristik bahan material yang di gunakan dalam campuran beton SCC. Selanjutnya membuat *Job Mix Formula* (JMF) beton SCC, kemudian membuat specimen benda uji berbentuk silinder dengan dimensi 15 cm x 30 cm yang dibagi menjadi dua bagian yaitu untuk beton yang akan direndam dan beton yang tidak direndam.

Riset dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau. Bahan pembuatan beton SCC antara lain; Semen yang digunakan merupakan Portland Composite Cement (PCC) yaitu semen tonasa kapasitas 50 kg/zak. Bahan material agregat kasar menggunakan agregat alami berbentuk bulat yang diperoleh langsung pada sumber lokasi material lokal, begitupula pada agregat halus.



Gambar 1. Agregat kasar dan halus

Digunakan air yang berada ada di laboratorium, bersumber dari air dalam tanah (sumur bor) secara fisik air tidak berwarna dan tidak berasa, dan memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan pencampuran beton SCC. Untuk bahan tambahannya menggunakan superplasticizer yang berasal dari produk BASF yaitu sika *viscocrete 3115 N*. penggunaan produk ini dengan dosis 0,8-2,0 % berdasarkan berat binder pada beton *self compacting concrete* (SCC).

Hasil dari pemeriksaan bahan agregat tersebut disesuaikan dengan kebutuhan data-data yang akan digunakan untuk perancangan campuran beton SCC dan metode yang menjadi acuan dalam pembuatan beton SCC yaitu Standar

Internasional EFNARC tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton SCC serta metode campuran beton berdasarkan SNI-03-2834-2000 sebagai dasar perencanaan. Penentuan nilai FAS sangat penting dalam perencanaan ini, yang selanjutnya dapat diketahui kebutuhan masing-masing agregat yang digunakan terutama air dan semen.

Selanjutnya Pengujian *slump flow test* pada beton yang akan menentukan kekentalan dari adukan beton segar dengan cara menggunakan kerucut Abram (kerucut terpancung) dibuat terbalik dengan diameter bagian bawah 10 cm, bagian atas 20 cm, dan tinggi 30 cm. Campuran dimasukkan kedalam *Slump flow teks* sampai penuh, kemudian diangkat dengan ketetapan waktu 3-6 detik untuk mencapai diameter 50 cm. Diameter maksimum untuk mencapai aliran beton yang dicatat SCC 65-80 cm pada *flow table*. Semakin kecil waktu yang dibutuhkan pada proses *slump flow* untuk mencapai T50 cm, maka akan diperoleh nilai *slump flow* yang lebih besar pada akhirnya (Irzal Agus, 2021). Pengujian *slump flow* ini dilaksanakan menurut peraturan (ASTM C143/C 143M-03, 2003). Selanjutnya dibuat benda uji sebanyak 30 buah. Setelah pembuatan benda uji, maka tahap selanjutnya dilakukan perawatan pada beton SCC yaitu direndam dan tidak direndam dalam air, sampai masa pengujian kuat tekan pada umur 3 hari, 7 hari dan 28 hari.

Tabel 2. Matriks Benda Uji

UmurBeton (Hari)	Faktor Air Semen (FAS)	Sampel	
		Direndam	Tidak Rendam
3	0,38	5	5
7		5	5
28		5	5
Jumlah		30 Sampel	

Pengujian kuat tekan; Pengujian benda uji silinder, ditekan dengan alat “Concrete Compression Testing Machine”. Kuat tekan ditentukan oleh besarnya beban saat benda uji telah hancur dibagi luas permukaan silinder (SNI-1974-2011, n.d.)

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (1)$$



Gambar 2. Perawatan benda uji beton SCC

Hasil dan Pembahasan

Pengujian karakteristik material

1. Agregat halus

Tabel 3. karakteristik agregat halus

Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Satuan
Berat Jenis :			
Berat Jenis Bulk	2,65	1,6 – 3,3	--
Berat Jenis SSD	2,58	1,6 – 3,3	--
Berat Jenis Semu	2,61	1,6 – 3,3	--
Penyerapan	1,09	Max 2 %	%
Berat Isi Lepas	1,39	1,4-1,9	gr/cm3
Berat Isi Padat	1,61	1,4-1,9	gr/cm3
Kadar Lumpur	3,89	Max 5 %	%
Kadar Air	2,01	2 % - 5 %	%

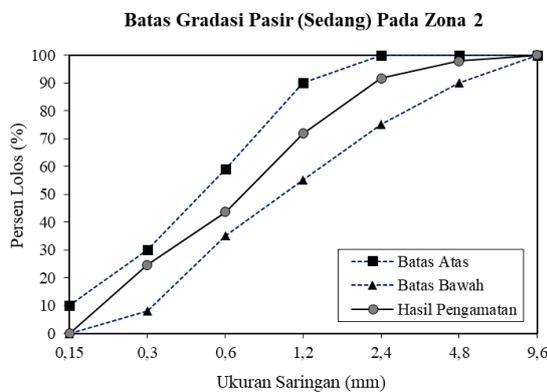
Tabel 4. hasil analisa saringan agregat halus

Lubang Ayakan	Material 1000 Gram			
	Berat Tertahan Rata-rata (gr)	% Tertahan	% Kumulatif Tertahan	% Kumulatif Lolos
1"	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	0,00	0,00	0,00	100,00
½"	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	5,90	0,59	0,59	99,41
No. 4	15,67	1,57	2,16	97,84
No.8	62,37	6,24	8,39	91,61
No. 16	198,47	19,85	28,24	71,76
No. 30	281,30	28,13	56,37	43,63
No.50	190,43	19,04	75,41	24,59
No. 100	245,78	24,59	100,00	0,00

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir

Lubang Ayakan	Persentase Berat Butir yang Lewat Ayakan				Agregat Yang Digunakan	Ket.
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV	Pasir Bandar Batauga	
3/8"	100	100	100	100		99,41
No. 4	90-100	90-100	90-100	95-100		97,84
No. 8	60-95	75-100	85-100	95-100		91,61
No. 16	30-70	55-90	75-100	90-100		71,76
No. 30	15-34	35-59	60-79	80-100		43,63
No. 50	5-20	8-30	12-40	15-50		24,59
No. 100	0-10	0-10	0-10	0-15		0,00

Hasil pengujian analisa saringan agregat halus masuk dalam daerah gradasi II atau pasir sedang.



Gambar 3. Batas gradasi agregat halus

2. Agregat kasar

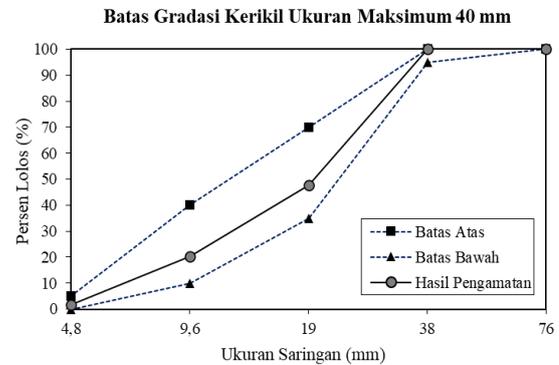
Tabel 6. Karakteristik Agregat Kasar (Batu Alam)

Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Satuan
Berat Jenis :			
Berat Jenis Bulk	2,38	1,6 – 3,3	-
Berat Jenis SSD	2,36	1,6 – 3,3	-
Berat Jenis Semu	2,35	1,6 – 3,3	-
Penyerapan	0,67	Max 2 %	%
Berat Isi Lepas	1,50	0,4-1,9	gr/cm ³
Berat Isi Padat	1,62	0,4-1,9	gr/cm ³
Keausan	28,20	Max 50 %	%
Kadar Air	0,01	0,5 % - 2 %	%
Kadar Lumpur	0,67	Max 1 %	%

Tabel 7. Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar

Nomor Saringan	Material 2000 Gram			
	Berat Tertahan (gr)	Persen Tertahan (%)	Tertahan (%)	Lewat (%)
3"	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	1045,10	52,26	52,26	47,75
1/2"	230,50	11,53	79,77	20,24
3/8"	923,23	46,16	98,42	1,58
No. 4	31,67	1,58	100,00	0,00

Berdasarkan analisa saringan diatas, maka hasil analisa saringan Agregat Kasar masuk dalam daerah Gradasi Standar Agregat dengan butiran maksimum 40 mm.



Gambar 4. Batas gradasi agregat kasar

3. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium berupa air tanah (sumur bor) tidak berwarna, jernih dan tidak berasa.

4. Semen

Jenis semen yang digunakan yaitu semen portland type I (OPC) Tonasa kapasitas 50 kg.

Hasil pemeriksaan komposisi agregat

Komposisi agregat halus dan agregat kasar berdasarkan gradasinya untuk adukan dalam campuran beton *self-compacting concrete* (SCC) dari hasil penggabungan agregat diperoleh komposisi 48% agregat halus dan 52% agregat kasar.

Komposisi Perancangan Kebutuhan Campuran

Komposisi perancangan campuran beton *self-compacting concrete* (SCC) dengan faktor air semen (FAS) 0,38 dapat dilihat pada tabel 8 dibawah ini:

Tabel 8. Perencanaan *Mix Design* untuk 1 m³ Beton SCC

Jenis Bahan	Berat Beton SCC/m ³
Semen	513,16 kg
Agregat Kasar	787,98 kg
Agregat Halus	782,84 kg
Air	183,71 kg
Superplastisizer	6,16 kg
Retarder	5,13 kg

Tabel 9. *Mix Design* beton SCC untuk 1 m³

Jenis Bahan	Berat Beton/m ³	
	1 Sampel Silinder	30 Sampel Silinder
Semen	3,26 kg	97,94 kg
Agregat Kasar	5,01 kg	150,39 kg
Agregat Halus	4,98 kg	149,41 kg
Air	1,17 kg	35,06 kg
Superplastisizer	0,04 kg	1,18 kg
Retarder	0,03 kg	0,98 kg

Hasil Pengamatan *slump flow*

Untuk mengetahui tingkat workability pada campuran beton SCC dibutuhkan adukan yang mencapai diameter 50 cm dan *slump flow* akhir dengan standar waktu yang ditetapkan pada EFNARC. Tujuan dilakukan pengukuran *slump flow* ini untuk mengetahui kemampuan beton mengalir dan mengisi keseluruhan ruang cetakan tanpa mengalami segregasi. Perhatikan tabel 10 hasil pengamatan *slump flow* direndam dan tidak direndam berikut ini:

Tabel 10. Hasil Pengujian *slump flow* untuk tiap rancangan campuran beton SCC

No	T50 cm (detik)	<i>Slump flow</i> (cm)
1	3,26	63
2	3,20	74
3	3,24	68
4	3,45	76
5	3,25	77
Rata-rata	3,28	71,6



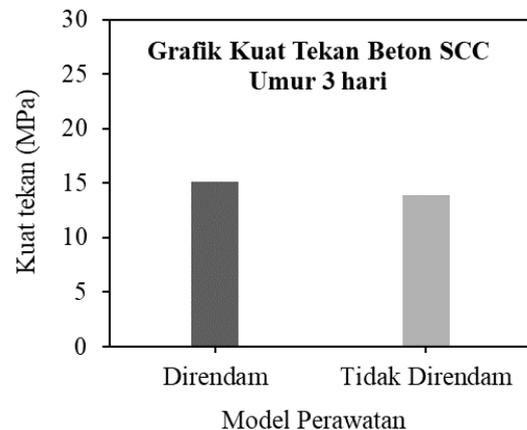
Gambar 5. Pengujian nilai *slump flow*

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton SCC

1. Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 3 Hari

Hasil dari kuat tekan 5 benda uji beton yang direndam pada umur 3 hari didapat nilai rata-rata

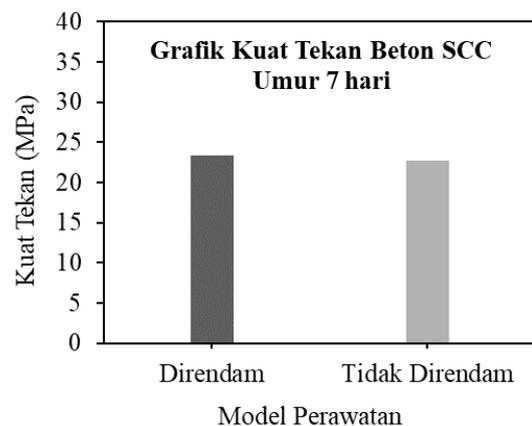
adalah 15,12 MPa, sedangkan kuat tekan 5 benda uji beton yang tidak direndam nilai kuat tekan rata-rata didapat 13,91 MPa. Hasil dari kuat tekan beton pada umur 3 hari dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini:



Gambar 6. Diagram kuat tekan beton yang direndam dan tidak direndam pada umur 3 hari.

2. Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

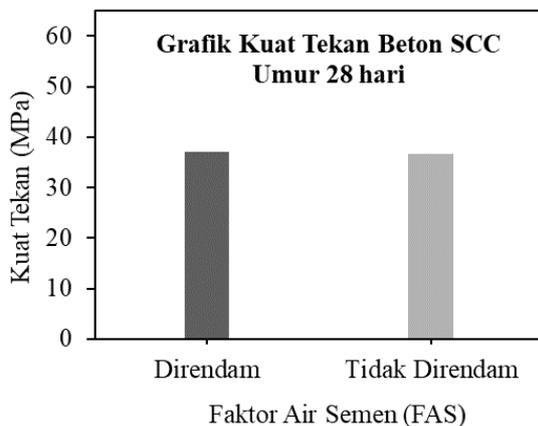
Hasil kuat tekan beton pada umur 7 hari dilakukan pada saat umur beton telah mencapai target, dimana beton yang diuji kuat tekannya yaitu 5 benda uji beton yang direndam dan 5 benda uji tidak direndam sehingga mendapatkan hasil rata-rata pada masing-masing perawatannya adalah 23,37 MPa untuk yang direndam dan 22,68 MPa untuk yang tidak di rendam. Hasil kuat tekan dapat dilihat dari Gambar 7:



Gambar 7. Diagram kuat tekan beton yang direndam dan tidak direndam pada umur 7 hari.

3. Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Hasil pengujian umur 28 hari pada beton yang direndam mendapatkan hasil rata-rata yaitu 37,11 MPa dan untuk beton yang tidak direndam mendapatkan hasil rata-rata 36,65 MPa. Hasil kuat tekan beton 8 hari dilihat pada Gambar 8:



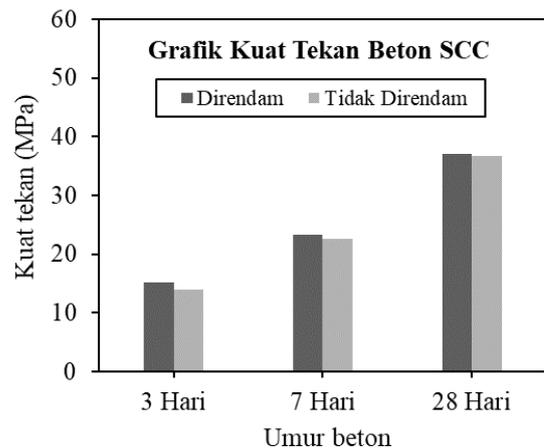
Gambar 8. Diagram kuat tekan beton yang direndam dan tidak direndam pada umur 28 hari.

Selanjutnya untuk hasil pengujian kuat tekan beton *self compacting concrete* (SCC) pada masing-masing umur beton dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 11. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton SCC Dengan Nilai Rata-Rata

No	Umur	Kuat Tekan Beton SCC (MPa)	
		Rendam	Tidak Rendam
1	3 hari	15,12	13,91
2	7 hari	23,37	22,68
3	28 hari	37,11	36,65

Pengujian kuat tekan beton dengan variasi perawatannya yang dilakukan dengan dua cara yang pertama direndam dan yang kedua tidak direndam, sehingga beton mengalami penurunan selama proses perawatannya pada umur 3 hari, 7 hari dan 28 hari. Dimana beton yang direndam menghasilkan kuat tekan maksimal dalam kondisi yang ideal untuk pengerasan yang optimal, berbeda halnya dengan beton yang tidak direndam, dimana beton akan mengalami hidrasi atau kekeringan sehingga terjadi keretakan. Grafik kuat tekan beton SCC untuk beton yang direndam dan tidak direndam dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 9. Grafik kuat tekan beton direndam dan tidak direndam pada umur 3, 7 dan 28 hari.

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat penurunan kuat tekan beton SCC yang direndam dan tidak direndam dari 15,12 MPa hingga 13,91 MPa pada umur beton 3 hari. 23,37 MPa sampai 22,68 MPa untuk beton umur 7 hari, dan 37,11 MPa sampai 36,65 MPa pada beton umur 28 hari. Dalam penelitian ini perawatan beton juga perlu di perhatikan, agar tidak menyebabkan pencapaian kuat tekan beton tidak maksimal. Di samping perawatan beton, batu alam juga berpengaruh terhadap beton. Dengan ciri-ciri batu alam yang memiliki permukaan halus dan pori-pori lebih kecil dari batu pecah lainnya sehingga disaat melakukan penelitian batu alam tidak dapat mengikat secara sempurna dengan adukan lainnya.



Gambar 10. Pengujian Kuat Tekan Beton SCC

Kesimpulan

Hasil nilai dari uji kuat tekan beton SCC pada umur 3 hari dengan metode perawatan dengan cara di rendam dalam air diperoleh hasil rata-rata sebesar 15,12 MPa, sedangkan yang tidak direndam diperoleh hasil rata-rata sebesar 13,91 MPa atau mengalami penurunan sebesar 8,00%.

Pada umur 7 hari beton SCC yang direndam nilai kuat tekan rata-ratanya mencapai 23,37 MPa, sedangkan yang tidak direndam hasil rata-rata kuat tekannya sebesar 22,68 MPa atau mengalami penurunan kuat tekan sebesar 2,95%, begitu juga dengan beton SCC pada umur 28 hari memiliki kuat tekan beton rata-rata sebesar 37,11 MPa, sedangkan yang tidak direndam hasil rata-rata uji kuat tekannya sebesar 36,65 MPa atau mengalami penurunan kuat tekan sebesar 1,24%.

Daftar Pustaka

- ASTM C143/C 143M-03. (2003). Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete. *Annual Book of ASTM Standards*, 1–4.
- ASTM C33-03. (2001). *Standard Specification For Concrete Aggregates. 04*, 117–124. <https://doi.org/10.21063/spi3.1017.117-124>
- EFNARC. (2005). ERMCO The European Guidelines for Self-Compacting Concrete. *The European Guidelines for Self Compacting Concrete*, May.
- Irzal Agus. (2021). *Kajian Eksperimental Kekuatan Lentur Pelat Beton Self Compacting Concrete (SCC). X(2)*, 49–57.
- SNI-1974-2011. (n.d.). *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*.
- SNI 15-7064-2004. (2004). Semen Portland Komposit. *Badan Standar Nasional Indonesia* :, 1–128.
- SNI 2493-2011. (2011). *Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium*.
- Sugiharto, H., & Kusuma, G. H. (2001). Penggunaan Fly Ash Dan Viscocrete Pada Self Compacting Concrete. *Dimensi Teknik Sipil*, 3(1), 30–35. <http://puslit.petra.ac.id/journals/civil>
- Wihardi, T. M. ... Dalle, A. (2006). Pecahan Marmer Sebagai Pengganti Parsial Agregat Kasar Self Compacting Concrete (SCC). *Jurnal Desain & Kondruksi*, 5(1), 1–9.
- Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Jakarta : Andi Offset Press.