

PENGARUH *FLY ASH* SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)

Firmansyah Risqi Prasetyo¹, Anita Intan Nura Diana² dan Hendro Sutowijoyo³

^{1,2}Universitas Wiraraja.

e-mail: firmanrisqi6@gmail.com; anita@wiraraja.ac.id

³Universitas Narotama.

e-mail: hendrosutowijoyo@gmail.com

ABSTRACT

Self Compacting Concrete (SCC) is concrete that is able to compact itself without using a compactor or vibrator. Therefore, to reduce the use of cement in the Self Compacting Concrete (SCC) concrete mixture, admixture is used as a partial replacement for cement. The additional material used in this research is *fly ash*. *Fly ash* is the residue from burning coal which contains pozzolan elements (SiO₂, Al₂O₃ and Fe₂O₃) so that it can fill voids and become a binding material like cement. This research is an experiment carried out in a laboratory. This research design involves mixing 3 variations of *fly ash*, 10%, 20% and 50%, while adding 1% superplasticizer. This research is to determine the effect of *fly ash* and superplasticizer on compressive strength. The compressive strength test for Self Compacting Concrete (SCC) concrete was carried out at ages 3, 14, 28 days. Based on the test results, it is known that the workability and compressive strength of Self Compacting Concrete (SCC) decreases as the *fly ash* content increases. The highest compressive strength was the *fly ash* mixture with a variation of 20%, namely with a compressive strength of 45.25 MPa, which met the planned compressive strength. Where the design compressive strength is 29.3 MPa.

Keywords: Self Compacting Cement (SCC), *Fly ash*, Workability, Compressive strength

ABSTRAK

Self Compacting Concrete (SCC) merupakan beton yang mampu memadat sendiri tanpa menggunakan alat pemadat ataupun vibrator. Oleh karena itu, untuk mengurangi penggunaan semen dalam campuran beton Self CoMPacting Concrete (SCC) di gunakan bahan tambah (*admixture*) sebagai pengganti sebagian semen. Adapun bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa *fly ash*. *Fly ash* (abu terbang) merupakan sisa pembakaran batu bara yang memiliki unsur pozzolan (SiO₂, Al₂O₃ dan Fe₂O₃) sehingga dapat mengisi rongga-rongga dan menjadi bahan pengikat layaknya semen. Penelitian ini merupakan eksperimen yang dilakukan di laboratorium. Rancangan penelitian ini melakukan pencampuran 3 variasi *fly ash* 10 %, 20% dan 50% sedangkan untuk penambahan superplasticizer sebesar 1%. Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh *fly ash* dan superplasticizer terhadap kuat tekan. Adapun pengujian kuat tekan beton Self Compacting Concrete (SCC) dilakukan pada umur 3, 14, 28 hari. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa workability dan kuat tekan beton Self Compacting Concrete (SCC) menurun seiring dengan bertambahnya kadar *fly ash*. Kuat tekan tertinggi yaitu pada campuran *fly ash* dengan variasi 20%, yaitu dengan kuat tekan sebesar 45,25 MPa, yang mana telah memenuhi kuat tekan yang direncanakan. Dimana kuat tekan rencana yaitu 29,3 MPa.

Kata kunci: Self Compacting Cement (SCC), Abu terbang, Workability, Kuat tekan

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang sering dimanfaatkan dalam bidang konstruksi. Beton semakin banyak digunakan dalam konstruksi karena merupakan bahan yang sederhana untuk ditangani dan diperoleh. Namun yang sering terjadi di lapangan adalah banyaknya beton yang mengalami keropos pada saat proses produksi sehingga berpotensi menurunkan mutu beton (Citrakusuma, 2012). Karena industri beton saat ini menyaksikan

percepatan kemajuan teknis, solusi beton terbaru yang dapat menyederhanakan pekerjaan pembangunan sangat dibutuhkan. Di era kemajuan teknologi bangunan, inovasi bahan bangunan sangat penting untuk memperoleh bahan bangunan yang tahan lama, hemat biaya, ramah lingkungan, dan kuat (Rusyandi dkk., 2012).

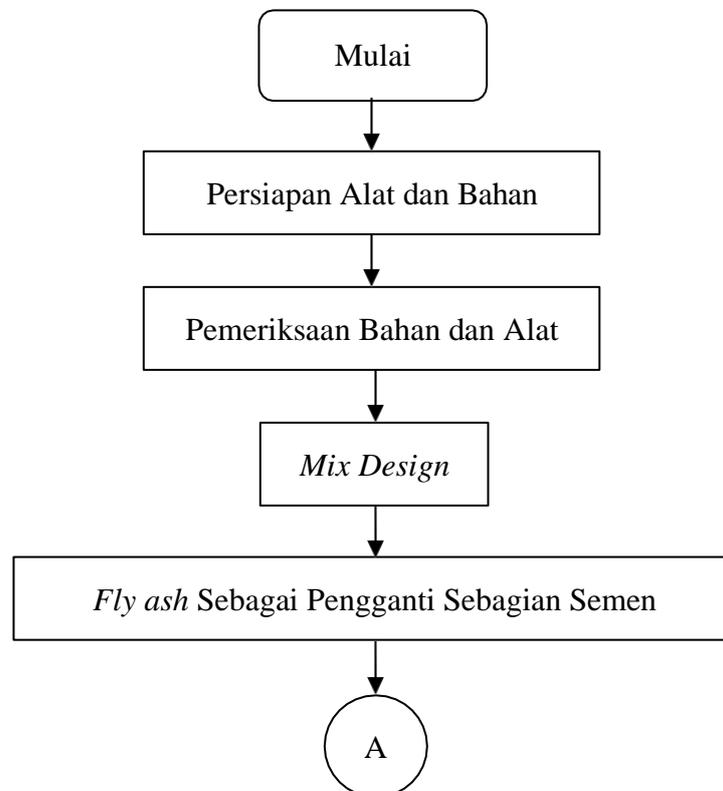
Beton yang dapat memampatkan dirinya sendiri tanpa menggunakan vibrator atau pemadat disebut beton pemadatan sendiri atau SCC. Self Compacting Concrete (SCC) memiliki beberapa manfaat, termasuk kemampuan mempersingkat waktu konstruksi dan menurunkan biaya tenaga kerja; meminimalkan polusi suara; mendukung praktik bangunan ramah lingkungan dengan mengurangi konsumsi energi listrik dengan menghilangkan kebutuhan akan vibrator untuk pemadatan; dan meningkatkan kuat tekan beton. Untuk beton dengan kekuatan tinggi atau sangat tinggi (Cahyaka dkk., 2018).

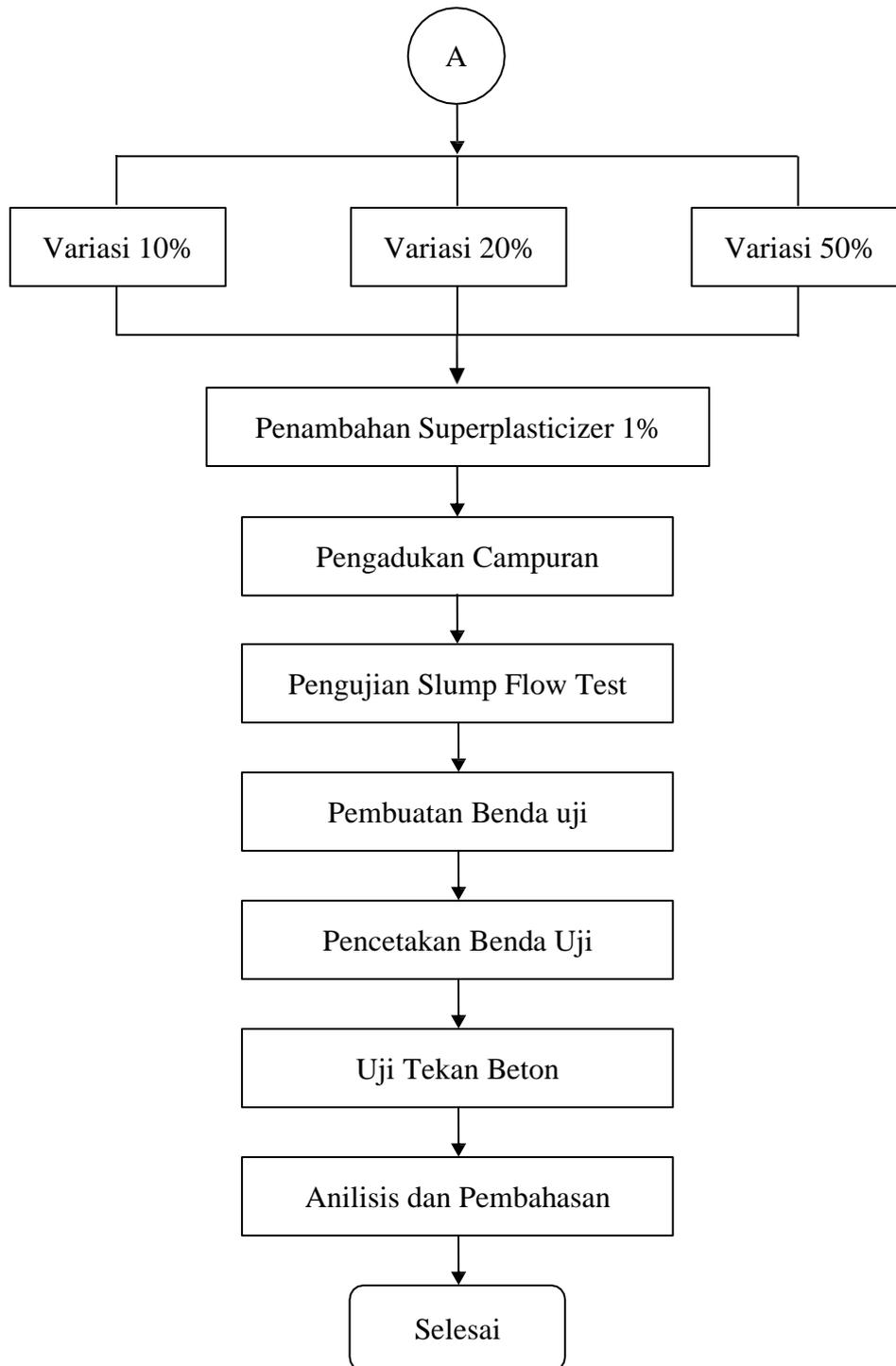
Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan beton yang bersifat Self Compacting Concrete (SCC) dengan mengganti sebagian semen dengan *fly ash*. *Fly ash* (abu terbang) menurut Ervianto dkk. (2016), merupakan sisa pembakaran batu bara yang memiliki unsur pozzolan (SiO_2 , Al_2O_3 dan Fe_2O_3) sehingga dapat mengisi rongga-rongga dan menjadi bahan pengikat layaknya semen. *Fly ash* tergolong limbah pabrik, oleh karena itu agar tidak merusak lingkungan, kita harus memanfaatkannya secara bertanggung jawab dan meminimalkan limbah pabrik.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Alir

Dengan menggunakan uji coba *fly ash*, penelitian ini menghasilkan Self Compacting Concrete (SCC), zat tambahan yang berfungsi sebagai pengganti sebagian semen.





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penentuan kuat tekan dan kemampuan kerja merupakan tujuan dari penelitian ini. Gambar 1 diatas merupakan diagram alir yang akan digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini.

3. PEMBAHASAN

3.1. Kebutuhan Agregat Halus

Agregat halus diperlukan seperti halnya pada penggunaan semen pada umumnya (OPC) yakni sebagai pengisi. Sesuai prosedur yang ada pada modul praktikum beton yang dikeluarkan oleh laboratorium Teknik Sipil Universitas Wiraraja, sebelum digunakan agregat halus harus disaring dan ditimbang lebih dulu. Kebutuhan terhadap material ini seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Kebutuhan Agregat Halus

Ukuran saringan		Berat tertahan (gr)	Berat tertahan kumulatif (gr)	% Tertahan kumulatif	% Lolos kumulatif
mm	inch				
4,75	3/8	11	11	1,102 %	98,898 %
2,36	8	85	96	9,619 %	90,381 %
1,70	12	68	164	16,433 %	83,567 %
1,18	16	74	238	23,848 %	76,152 %
0,60	30	396	634	63,527 %	36,473 %
0,425	40	185	819	82,064 %	17,936 %
0,30	50	44	863	86,473 %	13,527 %
0,15	100	120	983	98,497 %	1,503 %
0,075	200	9	992	99,399 %	0,601 %
Pan		6	998	100 %	0 %
Jumlah		998			

Sumber: Hasil laboratorium, 2024

Berdasarkan Tabel 1, pada ukuran saringan 4,75 mm yang setara dengan 3/8 inch, diperoleh persentase lolos kumulatif sebesar 98,898% dan persentase lolos tertahan kumulatif sebesar 1,102%, yang dihitung dengan mengurangkan 100% dengan nilai persentase lolos kumulatif. Nilai berat tertahan kumulatif sebesar 11 gr diperoleh dari perhitungan berdasarkan persentase lolos tertahan kumulatif dibagi 100% dan dikalikan dengan jumlah agregat yang diuji.

3.2. Kebutuhan Agregat Kasar

Penggunaan agregat kasar juga ditujukan sebagai pengisi beton. Agregat kasar yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh SNI, Kebutuhan agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini seperti tersaji pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2: Kebutuhan Agregat Kasar

Ukuran saringan		Berat tertahan (gr)	Berat tertahan kumulatif (gr)	% Tertahan kumulatif	% Lolos kumulatif
mm	inch				
76,2	3	0	0	0%	100 %
50,8	2	0	0	0 %	100 %
38,1	1 ½	0	0	0 %	100 %
25,4	1	0	0	0 %	100 %
19,1	¾	225	225	28,1 %	71,9 %
13,2	½	415	640	80 %	20 %
9,5	3/8	120	760	95 %	5 %

Lanjutan Tabel 2...

Ukuran saringan		Berat tertahan (gr)	Berat tertahan kumulatif (gr)	% Tertahan kumulatif	% Lolos kumulatif
mm	inch				
4,75	#4	40	800	100 %	0 %
2,36	#8	0	800	100 %	0 %
0,15	100	0	800	100 %	0 %
Pan		0	800	100 %	0 %
Jumlah		800			

Sumber: Hasil laboratorium, 2024

Tabel 2 diatas menjelaskan bahwa pada ukuran saringan 19.1 mm yang setara dengan 3/4 inch, diperoleh persentase lolos kumulatif sebesar 71,9% dan persentase lolos tertahan kumulatif sebesar 28,1%, yang dihitung dengan mengurangkan 100% dengan nilai persentase lolos kumulatif. Nilai berat tertahan kumulatif sebesar 225 gr diperoleh dari perhitungan berdasarkan persentase lolos tertahan kumulatif tersebut dikalikan dengan jumlah agregat yang diuji.

3.3. Slump Beton SCC

Pengujian juga dilakukan terhadap parameter slump pada beton untuk setiap variasi komposisi penggunaan *fly ash*, dimana nilainya terlihat seperti tampak pada Tabel 3 dibawah.

Tabel 3: Data Pengujian dan Perhitungan Nilai Slump

No	Variasi	Slump flow test SCC (mm)	Keterangan
1	0%	< 500	Normal
2	10%	550	SCC
3	20%	565	SCC
4	50%	580	SCC

Sumber: Hasil laboratorium, 2024

Tabel 3 diatas menjelaskan *slump flow* beton segar Self Compacting Concrete (SCC) semakin naik dengan kadar *fly ash*. Nilai slump flow terbesar pada variasi 50% dengan tambahan *fly ash*, nilai slump flow mencapai 580 mm. Untuk kadar variasi 0% memperoleh *slump flow* sebesar 500 mm, kemudian untuk variasi *fly ash* 10% dan 20% nilai *slump flow* yaitu sebesar 550 mm dan 565 mm. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa jika semakin banyak menggunakan *fly ash* maka akan dapat mencapai *flowability* dan *workability*.

3.4. Pengujian Kuat Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan mengacu pada peraturan yang telah ditetapkan yakni SNI 03-1974-1990 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton serta SNI 1974-2011 tentang Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Hal ini dilakukan demi menjaga konsistensi pengujian agar hasil yang didapatkan sesuai dengan harapan karena telah merujuk pada aturan baku mutu yang telah distandarkan oleh badan resmi.

Hasil pengujian serta perhitungan kuat tekan beton dengan variasi 0%, 10%, 20% yang dilakukan terhadap beton pada umur 3 hari, 14 hari, dan 28 hari seperti tersaji pada Tabel 4 hingga Tabel 12 berikut.

Tabel 4: Data Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Beton Variasi 0% Umur 3 Hari

No	Tanggal		Berat (kg)	Umur (Hr)	Tekanan Hancur (P) (N)	Tegangan Hancur (N/mm ²)	Konversi Umur Teg. Hancur (N/mm ²)
	Buat	Uji					
1	28 April 2024	2 Mei 2024	11,167	3	50,000	28,28	61,484

Sumber: Hasil laboratorium, 2024

Tabel 4 menjelaskan mengenai hasil pengujian yang mendapatkan nilai tegangan hancur pada benda uji 1 yaitu 28,28 MPa. Benda uji memenuhi kuat tekan yang diisyaratkan yaitu sebesar 29,3 MPa.

Tabel 5: Data Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Beton Variasi 10% Umur 3 Hari

No	Tanggal		Berat (kg)	Umur (Hr)	Tekanan Hancur (P) (N)	Tegangan Hancur (N/mm ²)	Konversi Umur Teg. Hancur (N/mm ²)
	Buat	Uji					
1	29 April 2024	3 Mei 2024	11,080	3	35,500	20,08	43,653

Sumber: Hasil laboratorium, 2024

Tabel 5 menjelaskan mengenai hasil pengujian yang mendapatkan nilai tegangan hancur pada benda uji 1 yaitu 20,08 MPa. Benda uji tidak memenuhi kuat tekan yang diisyaratkan yaitu sebesar 29,3 MPa.

Tabel 6: Data Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Beton Variasi 20% Umur 3 Hari

No	Tanggal		Berat (kg)	Umur (Hr)	Tekanan Hancur (P) (N)	Tegangan Hancur (N/mm ²)	Konversi Umur Teg. Hancur (N/mm ²)
	Buat	Uji					
1	29 April 2024	3 Mei 2024	11,199	3	40,000	22,62	49,187

Sumber: Hasil laboratorium, 2024

Tabel 6 menjelaskan mengenai hasil pengujian yang mendapatkan nilai tegangan hancur pada benda uji 1 yaitu 22,62 MPa. Benda uji tidak memenuhi kuat tekan yang diisyaratkan yaitu sebesar 29,3 MPa.

Tabel 7: Data Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Beton Variasi 0% Umur 14 Hari

No	Tanggal		Berat (kg)	Umur (Hr)	Tekanan Hancur (P) (N)	Tegangan Hancur (N/mm ²)	Konversi Umur Teg. Hancur (N/mm ²)
	Buat	Uji					
1	28 April 2024	13 Mei 2024	10,635	14	75,000	42,42	48,209

Sumber: Hasil laboratorium, 2024

Tabel 7 menjelaskan mengenai hasil pengujian yang mendapatkan nilai tegangan hancur pada benda uji 1 yaitu 42,42 MPa. Benda uji tidak memenuhi kuat tekan yang diisyaratkan yaitu sebesar 29,3 MPa.

Tabel 8: Data Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Beton Variasi 10% Umur 14 Hari

No	Tanggal		Berat (kg)	Umur (Hr)	Tekanan Hancur (P) (N)	Tegangan Hancur (N/mm ²)	Konversi Umur Teg. Hancur (N/mm ²)
	Buat	Uji					
1	29 April 2024	14 Mei 2024	10,745	14	80,000	45,25	51,423

Sumber: Hasil laboratorium, 2024

Tabel 8 menjelaskan mengenai hasil pengujian yang mendapatkan nilai tegangan hancur pada benda uji 1 yaitu 45,25 MPa. Benda uji tidak memenuhi kuat tekan yang diisyaratkan yaitu sebesar 29,3 MPa.

Tabel 9: Data Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Beton Variasi 20 % Di Umur 14 Hari

No	Tanggal		Berat (kg)	Umur (Hr)	Tekanan Hancur (P) (N)	Tegangan Hancur (N/mm ²)	Konversi Umur Teg. Hancur (N/mm ²)
	Buat	Uji					
1	29 April 2024	14 Mei 2024	10,249	14	80,000	45,25	51,423

Sumber: Hasil laboratorium, 2024

Tabel 9 menjelaskan mengenai hasil pengujian yang mendapatkan nilai tegangan hancur pada benda uji 1 yaitu 45,25 MPa. Benda uji tidak memenuhi kuat tekan yang diisyaratkan yaitu sebesar 29,3 MPa.

Tabel 10: Data Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Beton Variasi 0% Umur 28 Hari

No	Tanggal		Berat (kg)	Umur (Hr)	Tekanan Hancur (P) (N)	Tegangan Hancur (N/mm ²)	Konversi Umur Teg. Hancur (N/mm ²)
	Buat	Uji					
1	28 April 2024	27 Mei 2024	10,798	28	90,000	50,90	50,90

Sumber: Hasil laboratorium, 2024

Tabel 10 menjelaskan mengenai hasil pengujian yang mendapatkan nilai tegangan hancur pada benda uji 1 yaitu 50,90 MPa. Benda uji tidak memenuhi kuat tekan yang diisyaratkan yaitu sebesar 29,3 MPa.

Tabel 11: Data Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Beton Variasi 10% Umur 28 Hari

No	Tanggal		Berat (kg)	Umur (Hr)	Tekanan Hancur (P) (N)	Tegangan Hancur (N/mm ²)	Konversi Umur Teg. Hancur (N/mm ²)
	Buat	Uji					
1	28 April 2024	27 Mei 2024	10,798	28	90,000	50,90	50,90

Sumber: Hasil laboratorium, 2024

Tabel 11 menjelaskan mengenai hasil pengujian yang mendapatkan nilai tegangan hancur pada benda uji 1 yaitu 50,90 MPa. Benda uji tidak memenuhi kuat tekan yang diisyaratkan yaitu sebesar 29,3 MPa.

Tabel 12: Data Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Beton Variasi 20% Umur 28 Hari

No	Tanggal		Berat (kg)	Umur (Hr)	Tekanan Hancur (P) (N)	Tegangan Hancur (N/mm ²)	Konversi Umur Teg. Hancur (N/mm ²)
	Buat	Uji					
1	28 April 2024	27 Mei 2024	10,798	28	90,000	50,90	50,90

Sumber: Hasil laboratorium, 2024

Tabel 12 menjelaskan mengenai hasil pengujian yang mendapatkan nilai tegangan hancur pada benda uji 1 yaitu 50,90 MPa. Benda uji tidak memenuhi kuat tekan yang diisyaratkan yaitu sebesar 29,3 MPa.

Pengujian juga dilakukan terhadap kekuatan tekan beton dengan variasi 50% pada saat umur beton telah mencapai kekuatan teoritisnya 28 hari.

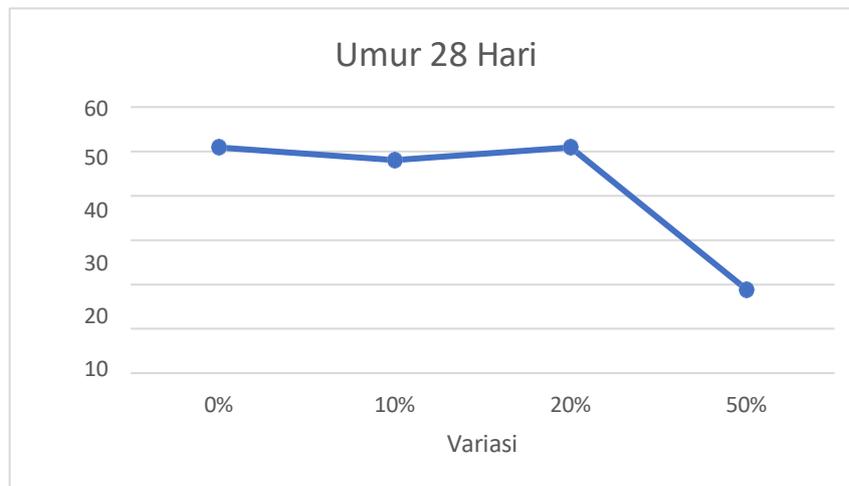
Tabel 13: Data Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Beton Variasi 50% Umur 28 Hari

No	Tanggal		Berat (kg)	Umur (Hr)	Tekanan Hancur (P) (N)	Tegangan Hancur (N/mm ²)	Konfersi Umur Teg. Hancur (N/mm ²)
	Buat	Uji					
1	29 April 2024	28 Mei 2024	10,799	28	30,000	16,96	16,96
2	29 April 2024	28 Mei 2024	10,477	28	35,000	19,80	19,80
3	29 April 2024	28 Mei 2024	10,165	28	35,000	19,80	19,80
Rata – rata			10,480	28	33,333	18,85	18,85

Sumber: Hasil laboratorium, 2024

Tabel 13 menjelaskan tentang hasil pengujian yang mendapatkan nilai tegangan hancur pada benda uji 1 yaitu 16,96 MPa, pada benda uji 2 yaitu 19,80 MPa, benda uji 3 yaitu 19,80 MPa. Ketiga benda uji tidak memenuhi kuat tekan yang diisyaratkan yaitu sebesar 29,3 MPa.

Hasil-hasil pengujian diatas dapat divisualisasikan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Pengujian Kuat Tekan Rata - Rata Beton
(Sumber: Hasil pengujian, 2024)

Gambar 2 diatas memberikan informasi bahwa dari hasil kuat tekan beton SCC pada umur 28 hari, persentase 0% ke persentase 10% mengalami penurunan yaitu 48,08 MPa, begitu juga pada persentase 10% ke persentase 20% mengalami kenaikan 2,82 poin yaitu menjadi 50,90 MPa dan persentase 20% ke persentase 50% mengalami penurunan sebesar 32,05 poin yakni menjadi 18,85 MPa. Nilai kuat tekan rata-rata yang terbesar yaitu beton SCC pada variasi 20% dengan kuat tekan sebesar 50,90 MPa.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap kuat tekan pada penelitian ini maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

Berdasarkan analisis dan hasil penelitian tentang pengaruh *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan Self Compacting Concrete (SCC), maka dapat diambil kesimpulan bahwa tidak ada pengaruh terhadap kuat tekan beton SCC dengan variasi *fly ash*. Hasil *slump flow test fly ash* 10% 20% dan 50% pada campuran beton Self Compacting Concrete (SCC) memenuhi persyaratan yang ditetapkan, berkisar antara 500-700 mm.

Dari hasil kuat tekan beton SCC pada umur 28 hari, persentase 0% ke persentase 10% mengalami penurunan yaitu 48,08 MPa, begitu juga pada persentase 10% ke persentase 20% mengalami kenaikan yaitu 50,90 MPa dan persentase 20% ke persentase 50% mengalami penurunan yaitu 18,85 MPa.

Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton Self Compacting Concrete (SCC), penggunaan *fly ash* tidak berpengaruh terhadap hasil kuat tekan, dimana semakin sedikit penggunaan *fly ash* maka kuat tekan beton semakin tinggi. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Anggitia (2023) menunjukkan bahwa penggunaan *fly ash* yang optimum terletak pada variasi 5% dengan nilai kuat tekannya sebesar 21,543 Mpa, dan menurut Koraia (2013) menggunakan metode variasi *fly ash* adalah 0%, 5%, 10% dan 15% dengan waktu pengamatan 7, 14, 28, 35, 42 dan 56 hari. Berdasarkan hasil kuat tekan yang diperoleh, *fly ash* dapat digunakan sebagai pengganti semen dalam campuran beton tetapi waktu untuk mencapai kuat tekan maksimum lebih lambat dibanding dengan beton normal (> 56 hari).

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Anggitia, Windy C. 2023. "Pengaruh Penambahan *Fly Ash* Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Self Compacting Concrete (SCC)". *Jurnal Komposit* 7(2): 173-179.
2. Anonim. 2023. *Modul Pedoman Praktikum Beton*. Sumenep: Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Wiraraja.
3. Badan Standardisasi Nasional. 1990. *SNI 03-1974-1990 (Metode Pengujian Kuat Tekan Beton)*. Jakarta: BSN.
4. Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI 1974-2011 (Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder)*. Jakarta: BSN.
5. Cahyaka, H. W., Wibowo, A., Handayani, K. D., Wiyono, A., dan Santoso, E. H. 2018. "Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu sebagai Material Pengganti Semen pada Campuran Beton Self Compacting Concrete (SCC) terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton". *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil* 1(1): 186-194.
6. Citrakusuma, J. L. 2012. *Skripsi: Kuat Tekan Self Compacting Concrete dengan Kadar Superplasticizer yang Bervariasi*. Jember: Universitas Jember.
7. Ervianto, M., Saleh, F., dan Prayuda, H. 2016. "Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Bahan Tambah Abu Terbang (*Fly Ash*) dan Zat Adiktif (Bestmittel)". *Jurnal Sinergi* 20(3): 199-206.
8. Koraia, M. Dewi. 2013. "Pengaruh Penambahan *Fly Ash* dalam Campuran Beton sebagai Substitusi Semen Ditinjau dari Umur dan Kuat Tekan". *Jurnal Teknik Sipil Pilar* 9(2): 149-153.
9. Rusyandi, K., Jamul M., dan Y. Gunawan. 2012. "Perancangan Beton Self Compacting Concrete (Beton Memadat Sendiri) Dengan Penambahan *Fly Ash* dan Structuro". *Jurnal Konstruksi* 10(01): 1-11.