

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian

Agregat yang akan digunakan sebagai material campuran beton diperiksa parameternya. Parameter agregat yang diuji adalah gradasi agregat halus, gradasi agregat kasar, berat jenis dan penyerapan air pada agregat kasar, berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus serta berat isi agregat.

4.1.1. Pengujian Agregat Halus

a. Analisis Gradasi Pasir

Pada pengujian gradasi pasir menggunakan satu set ayakan. Hasil gradasi pasir masuk gradasi 2 yaitu kategori pasir agak kasar dan modulus kehalusannya pasir yaitu 2,482%, perhitungan dapat dilihat pada lampiran 1.

b. Berat Jenis dan Penyerapan Pasir

Hasil pengujian berat jenis SSD adalah 2,584 sedangkan hasil pengujian penyerapan pasir adalah 3. Perhitungan berat jenis dan penyerapan dapat dilihat pada lampiran 1.

c. Berat Volume

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berat isi pasir. Perbandingan antara berat dan volume agregat termasuk pori-pori antar butirnya disebut berat isi atau berat volume. Berat volume yang didapat dalam pengujian ini adalah 1637,243 kg/m³. Perhitungan pengujian dapat dilihat pada lampiran 1.

4.1.2. Pengujian Agregat Kasar

a. Analisis Gradasi Kerikil

Hasil gradasi kerikil masuk pada ukuran butir maksimal 20 mm dan modulus kehalusan kerikil yaitu 8,328 %. Hasil perhitungan pengujian kerikil dapat dilihat pada lampiran 2.

b. Berat Jenis dan Penyerapan Kerikil

Hasil pengujian berat jenis SSD adalah 2,59 dan hasil pengujian penyerapan kerikil adalah 1,12 %. Perhitungan pengujian dapat dilihat pada lampiran 2.

4.1.3. Pengujian Berat Jenis Semen

Hasil pengujian berat jenis semen adalah 3,15 gr/ml. Perhitungan pengujian dapat dilihat pada lampiran 3.

4.2. Mix Design Beton

Berdasarkan hasil pengujian material maka hasil perhitungan *mix design* beton normal untuk K-375 adalah :

- Semen = 487,857 kg/m³
- Fas = 0,42
- Air = 204,9 kg/m³
- Agregat halus = 646,711 kg/m³
- Agregat kasar = 990,532 kg/m³

4.3. Jumlah Kebutuhan Bahan Material

Pada penelitian ini sampel beton yang akan dibuat ada 6 variasi dengan total jumlah sebanyak 54 silinder. Proporsi bahan material beton tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1. Proporsi campuran adukan beton.

No	Sampel	Komposisi Material						
		Air (ℓ)	Semen (kg)	Fly Ash (kg)	Kerikil (kg)	Pasir (kg)	SF (kg)	SP (ml)
1	Normal	11,065	26,344	0	53,48	34,92	0	0
2	A5%	7,745	17,135	0,921	59,89	35,19	0,368	85,673
3	A10%	7,745	15,845	1,842	59,95	35,23	0,737	79,224
4	A15%	7,745	14,555	2,764	59,87	35,18	1,105	72,776
5	A20%	7,745	13,265	3,685	59,45	34,93	1,474	66,327
6	A25%	7,745	11,987	4,610	59,55	34,99	1,844	59,933

Keterangan :

- Volume silinder = $\pi \times r^2 \times t$
 $= 3,14 \times 7,5^2 \times 30$
 $= 5298,75 \text{ cm}^3 \approx 0,0053 \text{ m}^3$
- Faktor aman dikalikan 1,1
 $= 0,0053 \times 1,1$
 $= 0,006 \text{ m}^3$
- Volume kebutuhan 1 variasi (9 silinder) yaitu :
 $= \text{volume silinder} \times 9$
 $= 0,006 \text{ m}^3 \times 9$
 $= 0,054 \text{ m}^3$
- Maka komposisi material pembentuk beton untuk 1 variasi (9 silinder) didapatkan sebagai berikut :
 - Air = $204,9 \text{ kg/m}^3 \times 0,054 \text{ m}^3 = 11,065 \text{ ℓ}$
 - Semen = $487,857 \text{ kg/m}^3 \times 0,054 \text{ m}^3 = 26,344 \text{ kg}$
 - Agregat kasar = $990,532 \text{ kg/m}^3 \times 0,054 \text{ m}^3 = 53,489 \text{ kg}$
 - Agregat halus = $646,711 \text{ kg/m}^3 \times 0,054 \text{ m}^3 = 34,922 \text{ kg}$

4.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Dari hasil pembuatan benda uji dilakukan perawatan (*curing*) . Setelah mencapai umur beton yang ditentukan (7 hari, 14 hari dan 28 hari). Berikut adalah tabel dan grafik hasil pengujian kuat tekan beton :

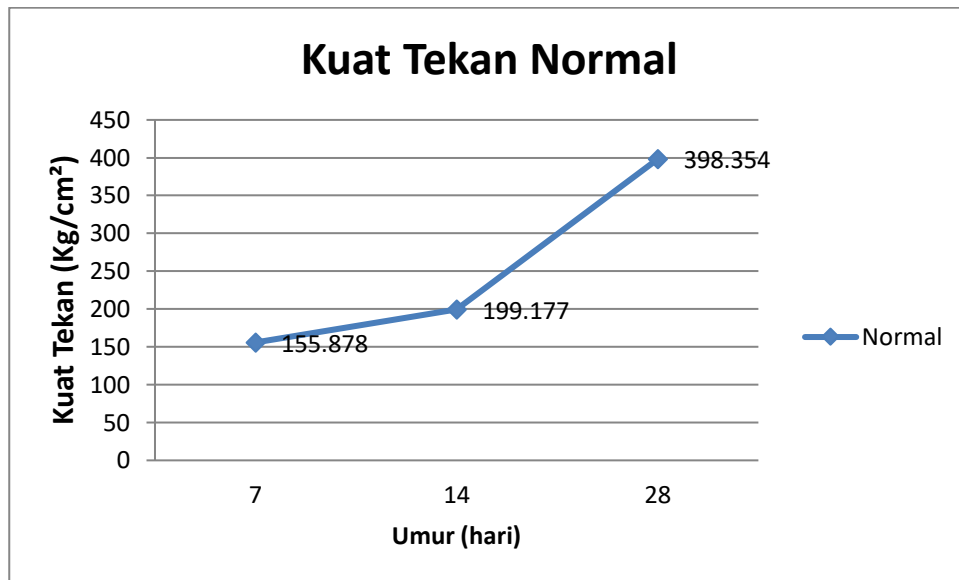
1. Beton normal

Tabel 4.2. Hasil Kuat Tekan Beton Normal

No	Benda Uji	Umur (hari)	Luas Penampang (Cm ²)	Beban (kN)	Beban rata-rata (kN)	Kuat Tekan Rata-rata	
						(Kg/Cm ²)	(MPa)
1	A1	7	176,625	270	270,000	155,877	15,587
	A2			240			
	A3			300			
2	A4	14	176,625	270	345,000	199,177	19,917
	A5			450			
	A6			315			
3	A7	28	176,625	640	690,000	398,354	39,835
	A8			650			
	A9			780			

Keterangan :

- Luas Penampang = $\pi \cdot r^2 = 3,14 \times 7,5^2 = 176,625 \text{ cm}^2$
- 1 kN = 101,97 kg
- Kuat tekan = $\frac{\text{beban}}{\text{luas penampang}}$
- Kuat tekan = $\frac{270 \text{ kN}}{176,225 \text{ cm}^2} \rightarrow \frac{27531,9 \text{ kg}}{176,625 \text{ cm}^2} = 155,878 \text{ kg/cm}^2$



Gambar 4.1. Hasil Kuat Tekan Beton Normal

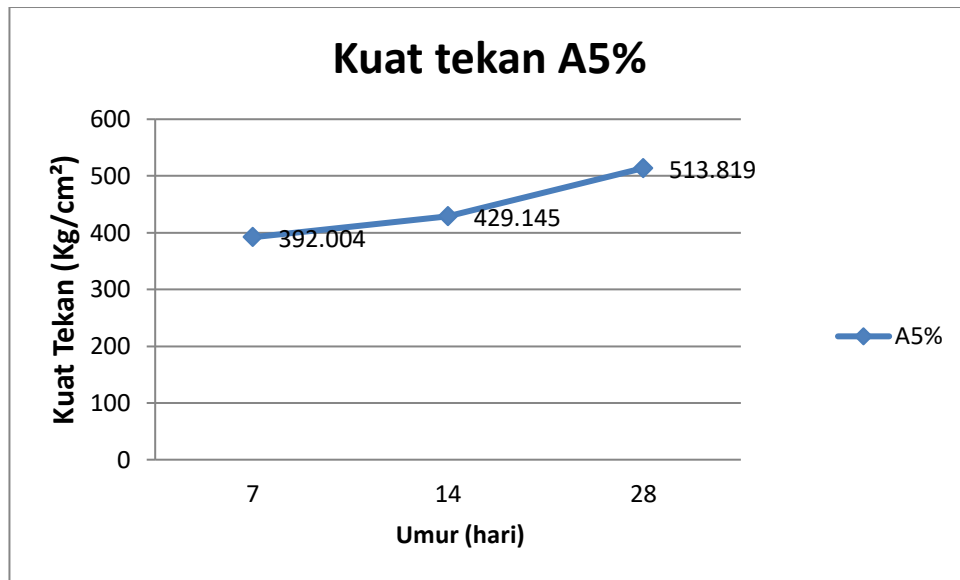
2. Beton dengan 5% *Fly Ash*, 2% *Silica Fume*, dan 2% *Superplaticizer*

Tabel 4.3. Hasil Kuat Tekan Variasi Satu

No	Benda Uji	Umur (hari)	Luas Penampang (Cm²)	Beban (kN)	Beban rata-rata (kN)	Kuat Tekan Rata-rata	
						(Kg/Cm²)	(MPa)
1	A51	7	176,625	600	679,000	392,004	39,200
	A52			680			
	A53			757			
2	A54	14	176,625	760	743,333	429,144	42,914
	A55			750			
	A56			720			
3	A57	28	176,625	1020	890,000	513,810	51,381
	A58			750			
	A59			900			

Keterangan :

- Luas Penampang = $\pi \cdot r^2 = 3,14 \times 7,5^2 = 176,625 \text{ cm}^2$
- 1 kN = 101,97 kg
- Kuat tekan = $\frac{\text{beban}}{\text{luas penampang}}$
- Kuat tekan = $\frac{679 \text{ kN}}{176,225 \text{ cm}^2} \rightarrow \frac{69237,63 \text{ kg}}{176,625 \text{ cm}^2} = 392,004 \text{ kg/cm}^2$

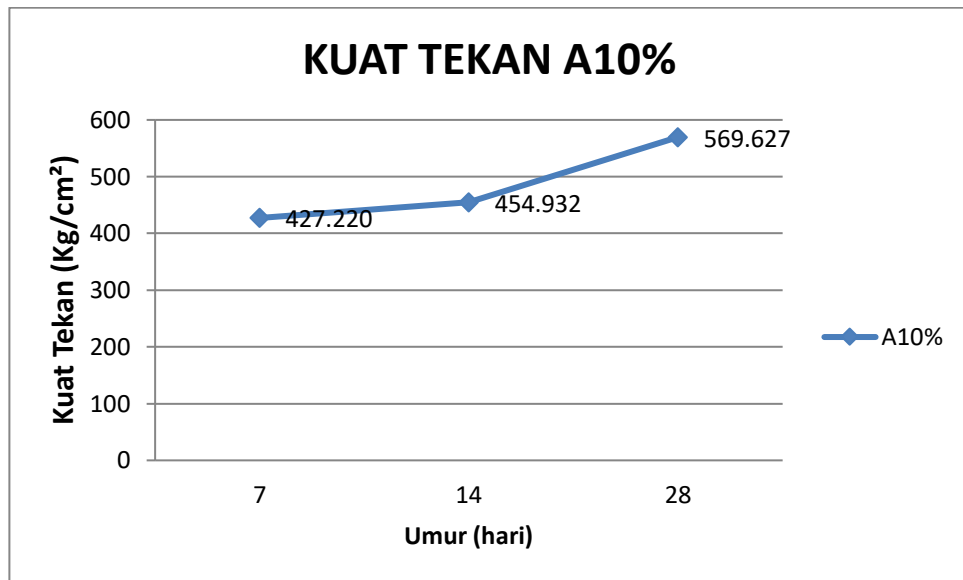


Gambar4.2. Hasil Kuat Tekan Beton Variasi Satu

3. Beton dengan 10% *Fly Ash*, 4%*Silica Fume*, dan 2% *Superplasticizer*

Tabel 4.4. Hasil Kuat Tekan Variasi Dua

No	Benda Uji	Umur (hari)	Luas Penampang (Cm²)	Beban (kN)	Beban rata-rata (kN)	Kuat Tekan Rata-rata	
						(Kg/Cm²)	(MPa)
1	A101	7	176,625	700	740,000	427,220	42,722
	A102			820			
	A103			700			
2	A104	14	176,625	840	788,000	454,931	45,493
	A105			740			
	A106			784			
3	A107	28	176,625	935	986,667	569,627	56,962
	A108			1000			
	A109			1025			

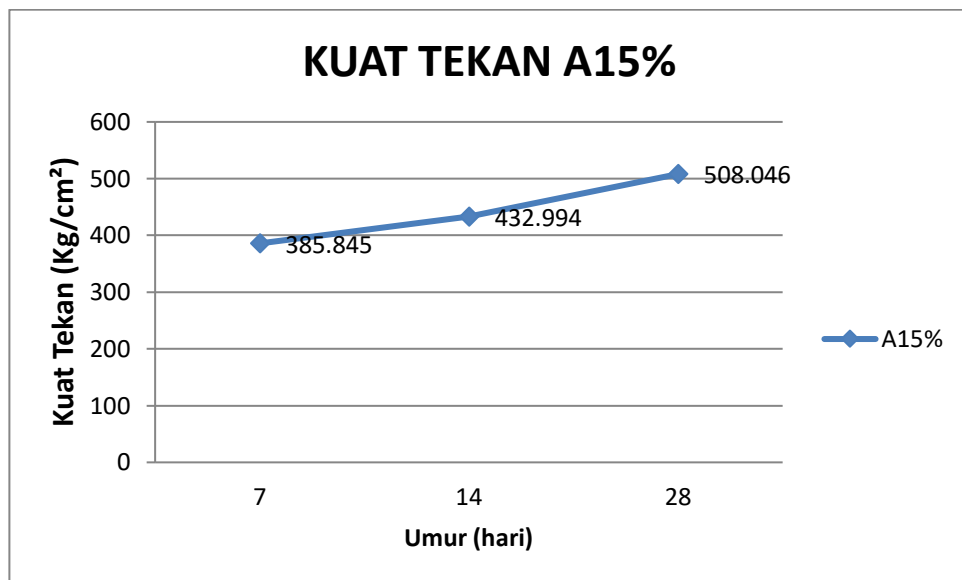


Gambar 4.3. Hasil Kuat Tekan Beton Variasi Dua

4. Beton dengan 15% *Fly Ash*, 6% *Silica Fume*, dan 2% *Superplasticizer*

Tabel 4.5. Hasil Kuat Tekan Variasi Tiga

No	Benda Uji	Umur (hari)	Luas Penampang (Cm²)	Beban (kN)	Beban rata-rata (kN)	Kuat Tekan Rata-rata	
						(Kg/Cm²)	(MPa)
1	A151	7	176,625	620	668,333	385,845	38.584
	A152			645			
	A153			740			
2	A154	14	176,625	735	750,000	432,993	43,299
	A155			760			
	A156			755			
3	A157	28	176,625	860	880,000	508,045	50,804
	A158			880			
	A159			900			

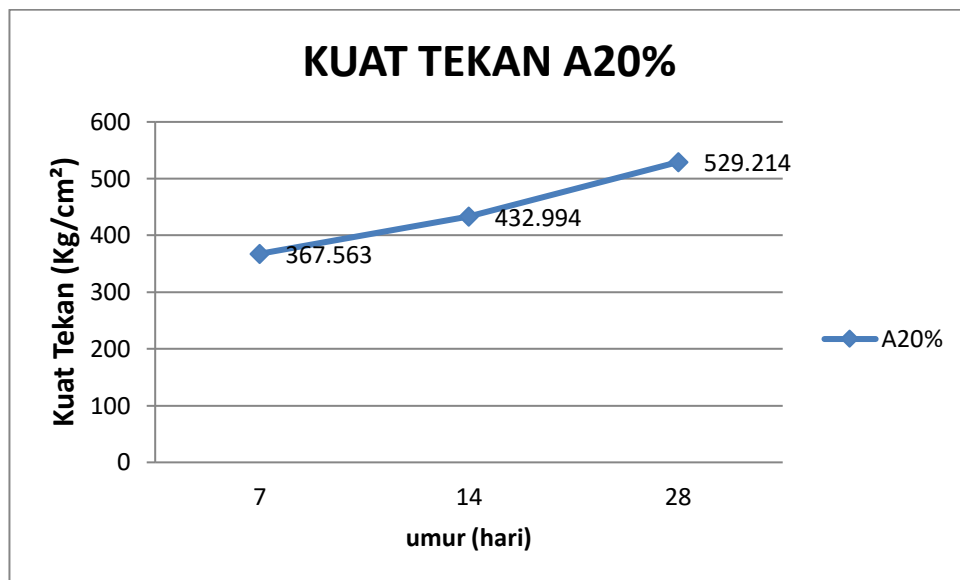


Gambar 4.4. Hasil Kuat Tekan Beton Variasi Tiga

5. Beton dengan 20% *Fly Ash*, 8%*Silica Fume*, dan 2% *Superplasticizer*

Tabel 4.6. Hasil Kuat Tekan Variasi Empat

No	Benda Uji	Umur (hari)	Luas Penampang (Cm²)	Beban (kN)	Beban rata-rata (kN)	Kuat Tekan Rata-rata	
						(Kg/Cm²)	(MPa)
1	A201	7	176,625	650	636,667	367,564	37,756
	A202			630			
	A203			630			
2	A204	14	176,625	735	750,000	432,993	43,299
	A205			760			
	A206			755			
3	A207	28	176,625	1000	916,667	529,214	52,921
	A208			1000			
	A209			750			

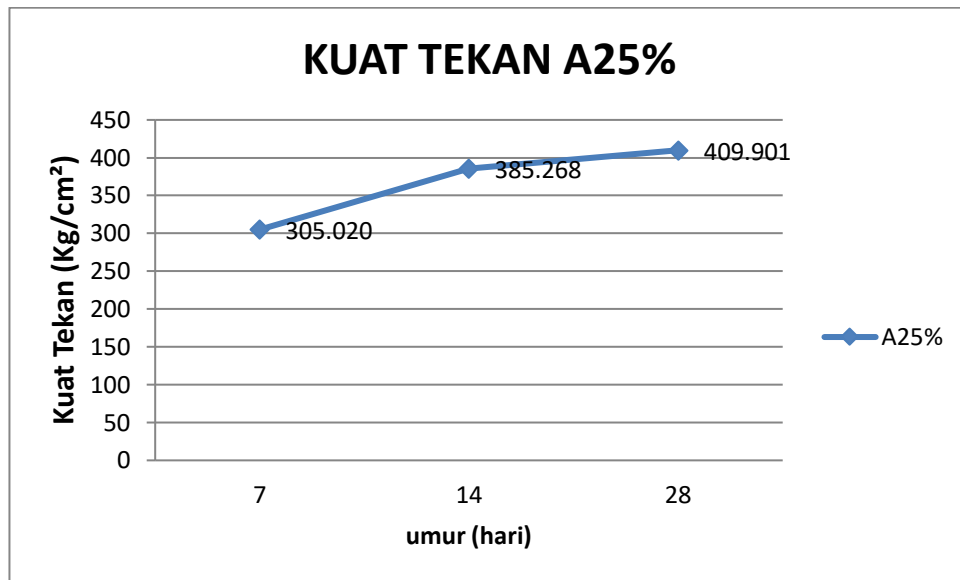


Gambar 4.5. Hasil Kuat Tekan Beton Variasi Empat

6. Beton dengan 25% *Fly Ash*, 10%*Silica Fume*, dan 2% *Superplasticizer*

Tabel 4.7. Hasil Kuat Tekan Variasi Lima

No	Benda Uji	Umur (hari)	Luas Penampang (Cm²)	Beban (kN)	Beban rata-rata (kN)	Kuat Tekan Rata-rata	
						(Kg/Cm²)	(MPa)
1	A251	7	176,625	475	528,333	305,020	30,502
	A252			540			
	A253			570			
2	A254	14	176,625	680	667,333	385,268	38,526
	A255			635			
	A256			687			
	A257	28	176,625	650	710,000	409,9006	40,990
3	A258			700			
	A259			780			



Gambar 4.6. Hasil Kuat Tekan Beton Variasi Lima

7. Beton semua sampel variasi.

Tabel 4.8. Hasil Kuat Tekan Seluruh Variasi

Sempel beton	Rata-rata Kuat Tekan 28 hari (Kg/Cm²)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
Beton Normal	398,354	39,835
Beton A5%	513,819	51,381
Beton A10%	569,627	56,962
Beton A15%	508,045	50,804
Beton A20%	529,214	52,921
Beton A 25%	409,901	40,990

Keterangan :

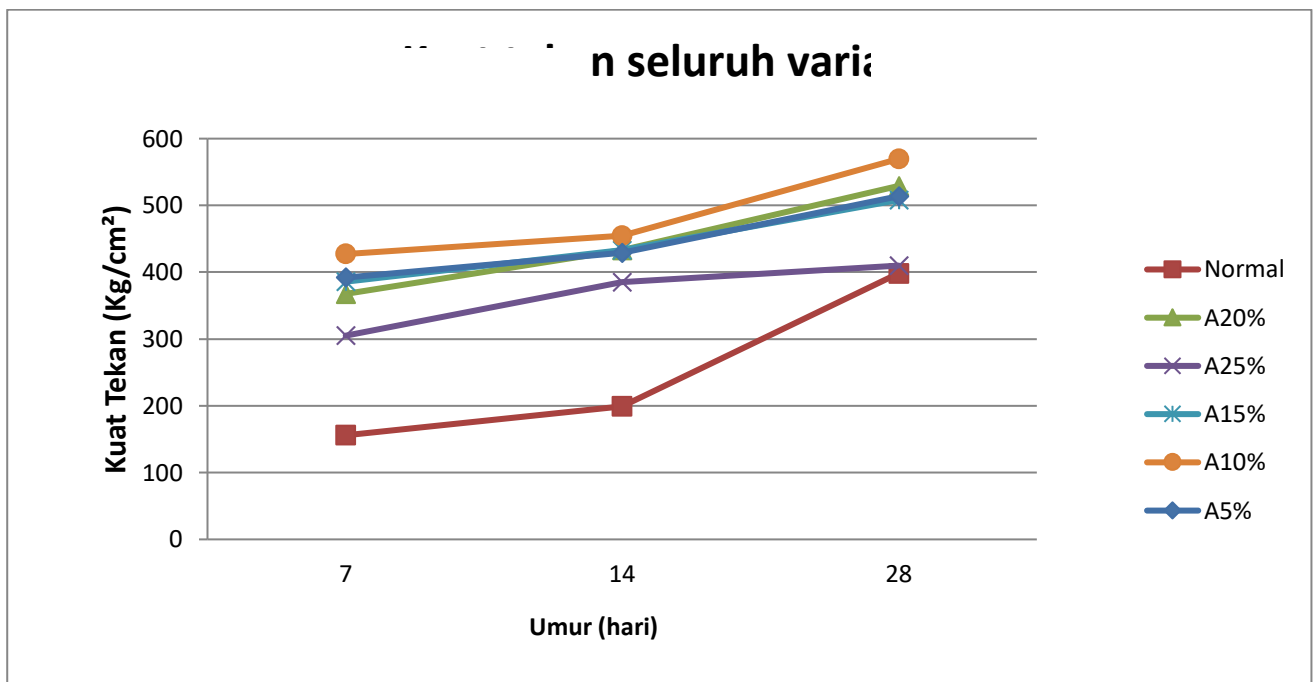
A5% : Variasi 5% *Fly Ash*, 2%*Silica Fume*, dan 2% *Superplaticizer*

A10% : Variasi 10% *Fly Ash*, 4%*Silica Fume*, dan 2% *Superplaticizer*

A15% : Variasi 15% *Fly Ash*, 6%*Silica Fume*, dan 2% *Superplaticizer*

A20% : Variasi 20% *Fly Ash*, 8%*Silica Fume*, dan 2% *Superplaticizer*

A25% : Variasi 25% *Fly Ash*, 10%*Silica Fume*, dan 2% *Superplaticizer*



Gambar 4.7. Hasil Kuat Tekan Beton Semua Variasi

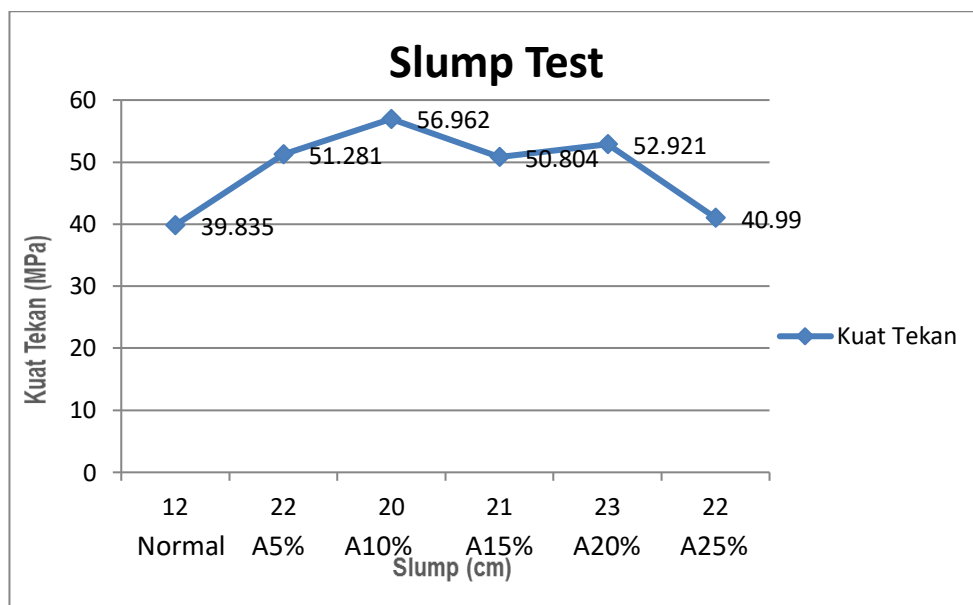
Dari data hasil pengujian dapat dilihat nilai kuat tekan yang paling tinggi (optimum) adalah beton dengan **variasi 10% *Fly Ash*, 4% *Silica Fume* dan 2% *Superplasticizer***.

4.5. Hasil Pengujian Nilai *Slump*

a. *Slump Test*

Tabel 4.9. Hasil *Slump Test* dan Kuat Tekan

Sampel	Nilai slump beton (Cm)	Hasil kuat tekan MPa
normal	12	39,835
A5%	22	51,381
A10%	22	56,962
A15%	21	50,804
A20%	21	52,921
A25%	22	40,990



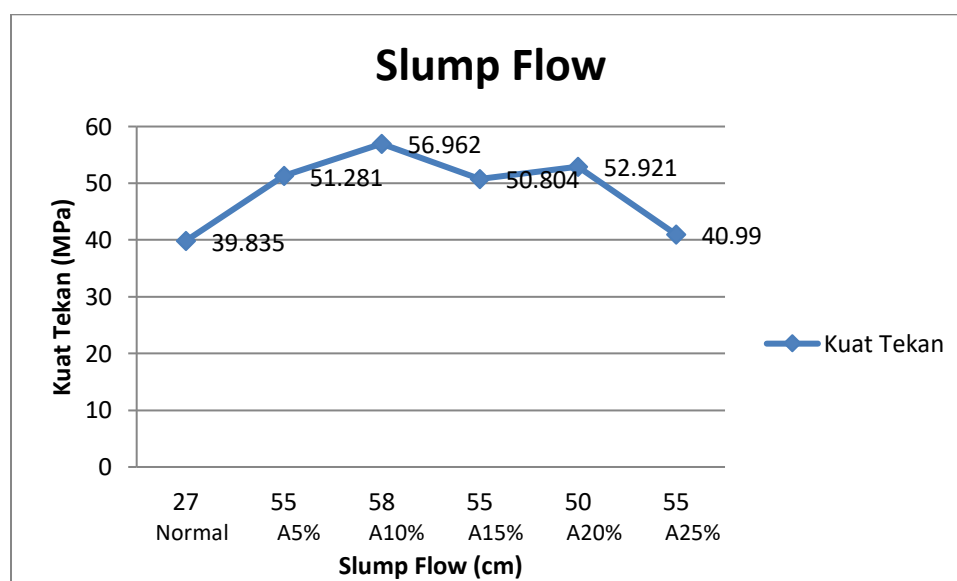
Gambar 4.8. Hasil *Slump Test*

Dari hasil pengujian berdasarkan *mix design* beton normal dinyatakan bahwa nilai *slump test* berkisar 120 mm berbanding jauh dengan beton variasi metode beton memadat sendiri (*Self Compacting Concrete*).

b. *Slump Flow*

Tabel 4.10. Hasil *Slump Flow* dan Kuat Tekan

Sampel	Nilai slump beton (Cm)	Hasil kuat tekan MPa
normal	27	39,835
A5%	55	51,381
A10%	58	56,962
A15%	55	50,804
A20%	50	52,921
A25%	55	40,990



Gambar 4.9. Hubungan Nilai *Slump Flow* Dengan Kuat Tekan

Dari data hasil pengujian dinyatakan bahwa nilai *slump flow* yang terbesar adalah beton dengan variasi A10%, memiliki metode beton memadat sendiri (*Self Compacting Concrete*) dengan nilai *slump flow* yang baik.

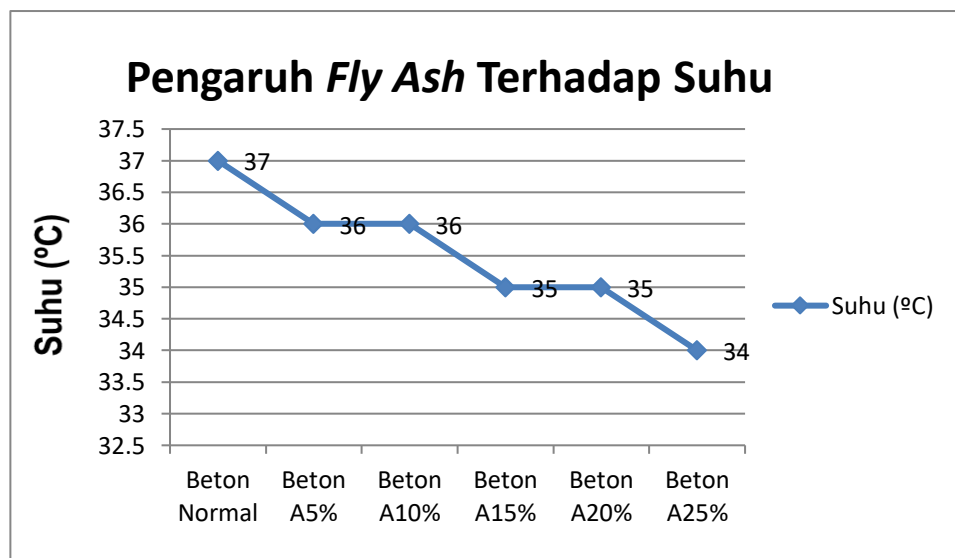
Grafik hubungan antara hasil *slump* dengan kuat tekan menunjukkan, kadar *fly ash*, *silica fume* dan *superplasticizer* sangat berpengaruh. Semakin besar kadar *fly ash*, *silica fume* dan *superplasticizer* yang diberikan, maka semakin menurun kekuatan tekan SCC dan nilai *slump flow*. Kekuatan tekan pada umur 28 hari menurun pada setiap penambahan *fly ash*, *silica fume* dan

superplasticizer. Kecenderungan ini dapat disebabkan oleh faktor kadar *admixture* dan pengurangan kadar air semen, susunan campuran (*mix design*) SCC.

4.6. Hasil Pengujian Suhu pada beton

Tabel 4.11. Hasil Pengujian Suhu

Sampel	Suhu (°C)	Ukuran
Beton Normal	37	0,06m ³
Beton A5%	36	0,06m ³
Beton A10%	36	0,06m ³
Beton A15%	35	0,06m ³
Beton A20%	35	0,06m ³
Beton A25%	34	0,06m ³



Gambar 4.10. Hubungan Suhu Terhadap Kadar Variasi *Fly Ash*

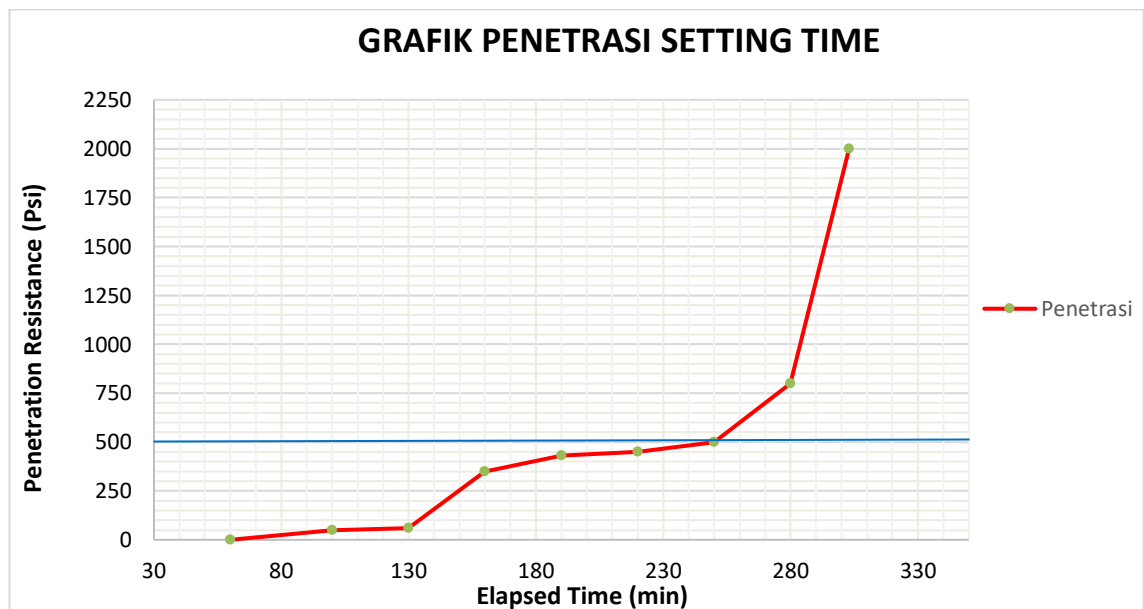
Dari hasil data yang didapat, dapat diketahui dengan adanya penambahan *fly ash* dapat membuat suhu beton lebih rendah dibandingkan dengan beton normal.

4.7. Setting Time Beton

1. Setting time beton normal

Tabel 4.12. Hasil *Setting Time* Beton Normal

No.	Waktu (WIB)	Umur (Menit)	Luas Penampang (Sq/in)	Penetrasi (lbf)	Perlawanan Penetrasi (Psi)
1	14:16	60	1	0	0
2	14:56	100	1	50	50
3	15:26	130	1/2	30	60
4	15:56	160	1/10	35	350
5	16:26	190	1/10	43	430
6	16:56	220	1/10	45	450
7	17:26	250	1/10	50	500
8	17:56	280	1/20	40	800
9	18:19	303	1/40	50	2000



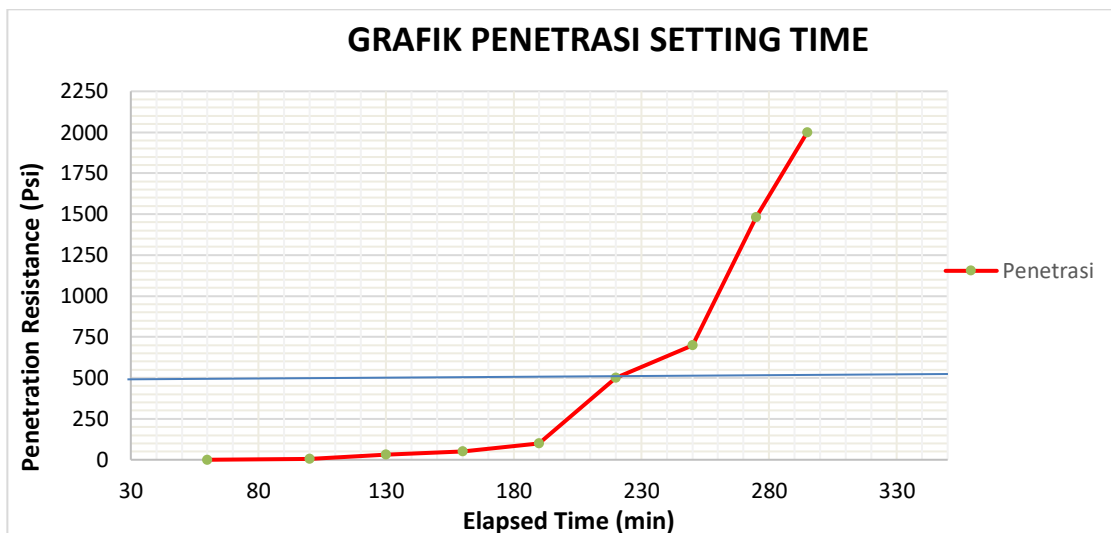
Gambar 4.11. Grafik *Setting Time* Beton normal

$$\begin{aligned}
 \text{Perlawanan Penetrasi} &= \frac{\text{Penetrasi}}{\text{luas penampang}} \\
 &= \frac{50}{1} = 50 \text{ Psi}
 \end{aligned}$$

2. Setting time beton Fly Ash 5%, Silica Fume 2%, dan Superplasticizer 2 %

Tabel 4.13. Hasil Setting Time Beton Variasi Satu

No.	Waktu (WIB)	Umur (Menit)	Luas Penampang (Sq/in)	Penetrasi (lbf)	Perlawanan Penetrasi (Psi)
1	15:00	60	1	0	0
2	15:40	100	1	5	5
3	16:10	130	1/2	15	30
4	16:40	160	1/2	25	50
5	17:10	190	1/4	25	100
6	17:40	220	1/10	50	500
7	18:10	250	1/20	35	700
8	18:35	275	1/40	37	1480
9	18:55	295	1/40	50	2000

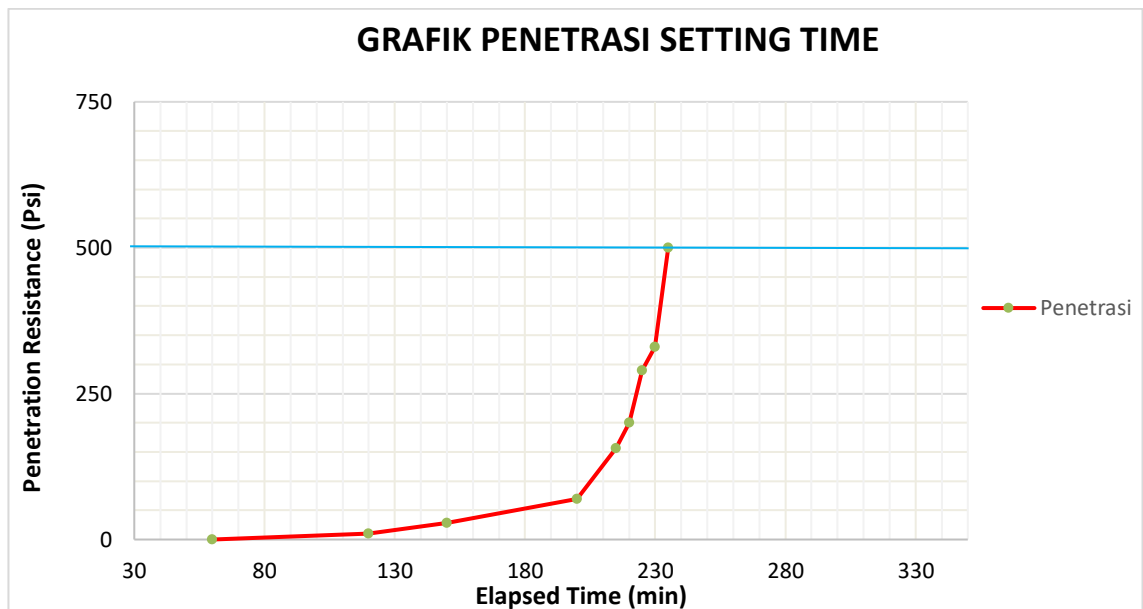


Gambar 4.12. Grafik Setting Time Beton Variasi Satu

3. Setting time beton Fly Ash 10%, Silica Fume 4%, dan Superplasticizer 2 %

Tabel 4.14. Hasil Setting Time Beton Variasi Dua

No.	Waktu (WIB)	Umur (Menit)	Luas Penampang (Sq/in)	Penetrasi (lbf)	Perlawanan Penetrasi (Psi)
1	17:30	60	1	0	0
2	18:30	120	1	10	10
3	19:00	150	1	28	28
4	19:50	200	1/2	35	70
5	20:05	215	1/4	39	156
6	20:10	220	1/4	50	200
7	20:15	225	1/10	29	290
8	20:20	230	1/10	33	330
9	20:25	235	1/10	50	500

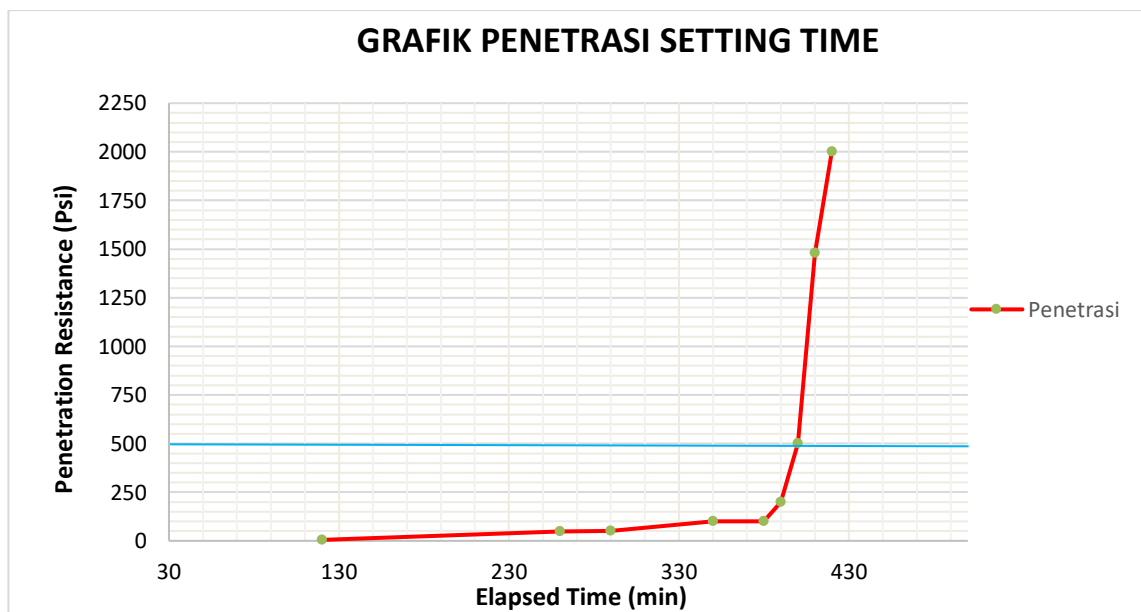


Gambar 4.13. Grafik Setting Time Beton Variasi Dua

4. Setting time beton Fly Ash 15%, Silica Fume 6%, dan Superplasticizer 2 %

Tabel 4.15. Hasil Setting Time Beton Variasi Tiga

No	Waktu (WIB)	Umur (Menit)	Luas Penampang (Sq/in)	Penetrasi (lbf)	Perlawanan Penetrasi (Psi)
1	15:40	120	1	5	5
2	17:00	260	1	47	47
3	17:30	290	1	50	50
4	18:30	350	1/2	50	100
5	19:00	380	1/4	25	100
6	19:15	390	1/4	50	200
7	19:30	400	1/10	50	500
8	19:45	410	1/40	37	1480
9	20:15	420	1/40	50	2000

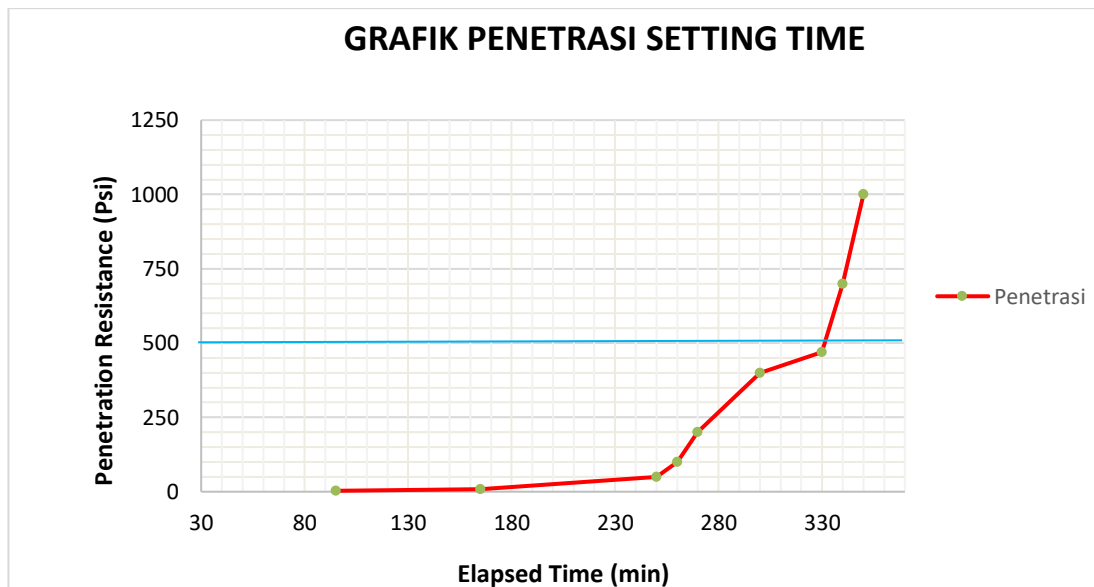


Gambar 4.14. Grafik Setting Time Beton Variasi Tiga

5. Setting time beton Fly Ash 20%, Silica Fume 8%, dan Superplasticizer 2 %

Tabel 4.16. Hasil Setting Time Beton Variasi Empat

No	Waktu (WIB)	Umur (Menit)	Luas Penampang (Sq/in)	Penetrasi (lbf)	Perlawanan Penetrasi (Psi)
1	16:20	95	1	3	3
2	17:30	165	1	8	8
3	18:55	250	1	50	50
4	19:05	260	1/2	50	100
5	19:15	270	1/4	50	200
6	19:45	300	1/10	40	400
7	20:15	330	1/10	47	470
8	20:25	340	1/20	35	700
9	20:35	350	1/20	50	1000

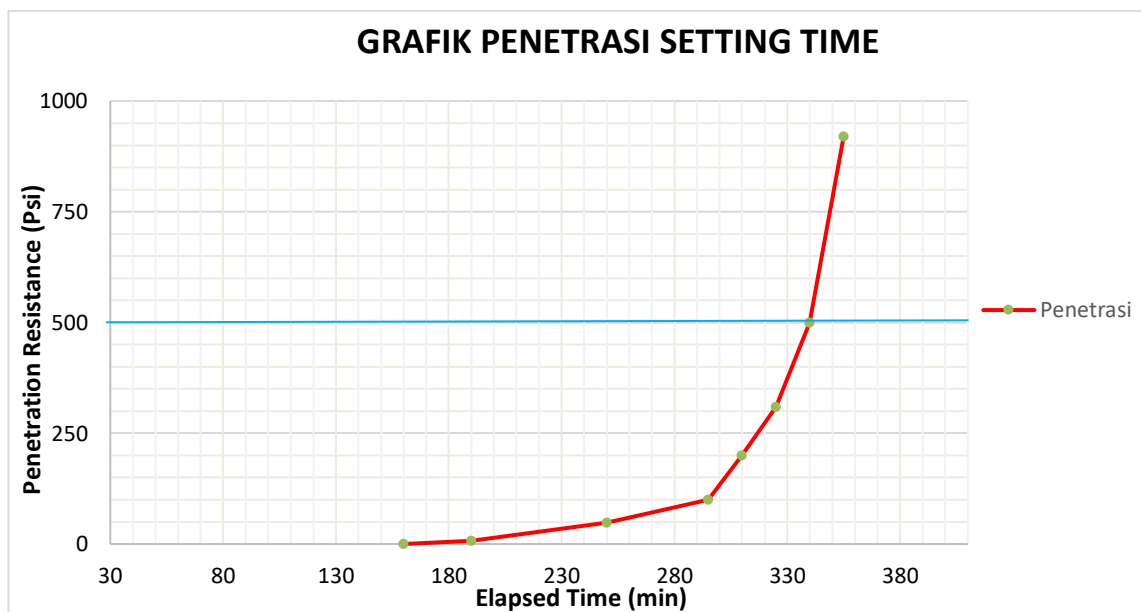


Gambar 4.15. Grafik Setting Time Beton Variasi Empat

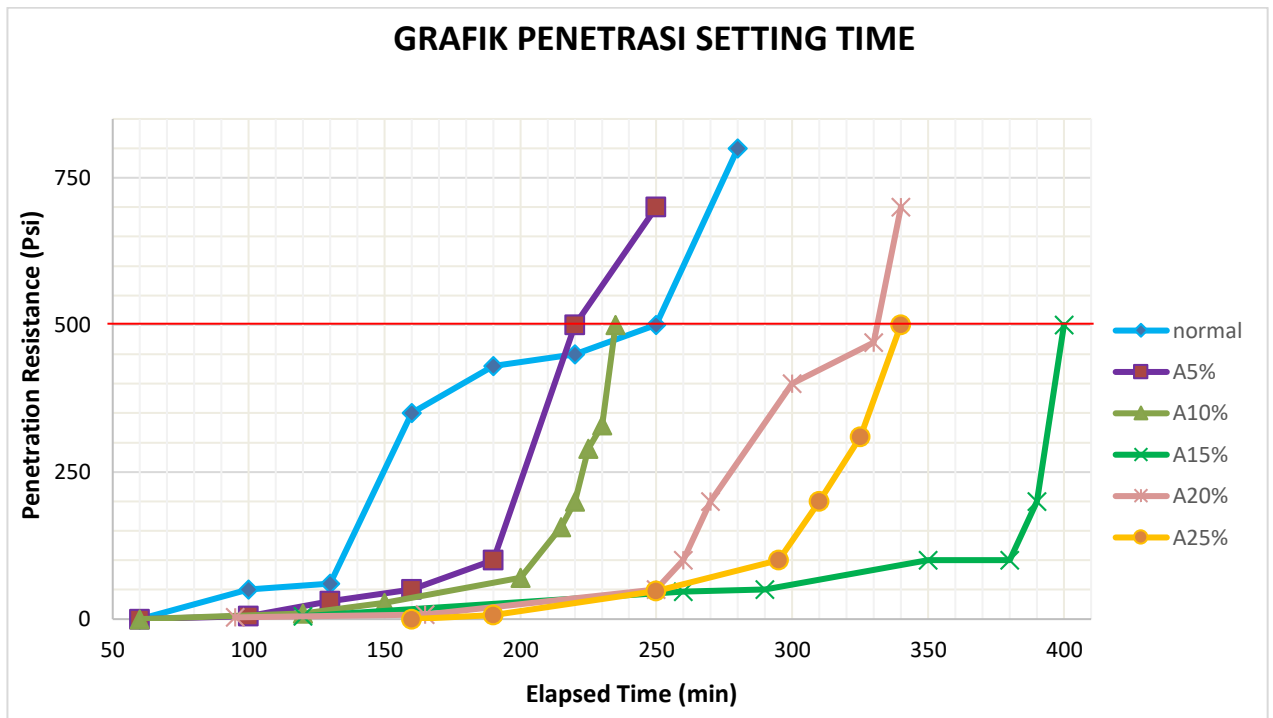
6. Setting time beton Fly Ash 25%, Silica Fume 10%, dan Superplasticizer 2 %

Tabel 4.17. Hasil *Setting Time* Beton Variasi Lima

No	Waktu (WIB)	Umur (Menit)	Luas Penampang (Sq/in)	Penetrasi (lbf)	Perlawanan Penetrasi (Psi)
1	18:30	160	1	0	0
2	19:00	190	1	7	7
3	20:00	250	1	48	48
4	20:45	295	1/2	50	100
5	21:05	310	1/4	50	200
6	21:20	325	1/10	31	310
7	21:35	340	1/10	50	500
8	21:50	355	1/20	46	920



Gambar 4.16. Grafik *Setting Time* Beton Variasi Lima



Gambar 4.17. Grafik *Setting Time* Beton Semua Variasi

Dapat dilihat dari data seluruh sampel beton, yang memiliki waktu tercepat untuk mencapai kuat desak 500 Psi (*Initial Setting Time*) adalah beton dengan variasi 5% . Dengan kemampuan pemadatan beton sendirinya tersebut memiliki tingkat daya waktu ikat awal, di mana proses pengikatan atau proses hidrasi sudah terjadi dan panas hidrasi sudah muncul, serta *workability* beton sudah hilang. Sampel yang menghasilkan *Initial Setting Time* terlama adalah beton variasi *fly ash* 25%, *silica fume* 10% dan *superplasticizer* 2% (A25%), hal ini dikarenakan komposisi *fly ash* dan *silica fume* yang sangat banyak membuat suhu semakin rendah sehingga ikatan awal yang terjadi menjadi lambat.