



BAB 4

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar

Pengujian analisis saringan pada agregat dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang dengan mengacu pada SNI 03-1968-1990. Langkah-langkah pengujian dapat dilihat secara rinci pada bab sebelumnya. Perhitungan lengkap analisis saringan agregat halus dan kasar dapat dilihat pada Lampiran L-1.

4.1.1 Analisis Saringan Agregat Halus

Pengujian analisis saringan agregat halus menggunakan Pasir Muntilan yang didatangkan dari Jati Kencana Beton (JKB) Karangjati. Rumus perhitungan analisis saringan agregat halus dapat dilihat pada Rumus 3.6 – Rumus 3.9. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1.

1. Nomor Saringan	= 3/8	
2. Ukuran Saringan	= 9,500 mm	
3. Berat Tertahan	= 0 gram	
4. % Tertahan	= $\frac{0}{500} \times 100\%$	= 0 %
5. % Tertahan Kumulatif	= 0 % + 0 %	= 0 %
6. % Lolos Kumulatif	= 100 % - 0 %	= 0 %



Tugas Akhir

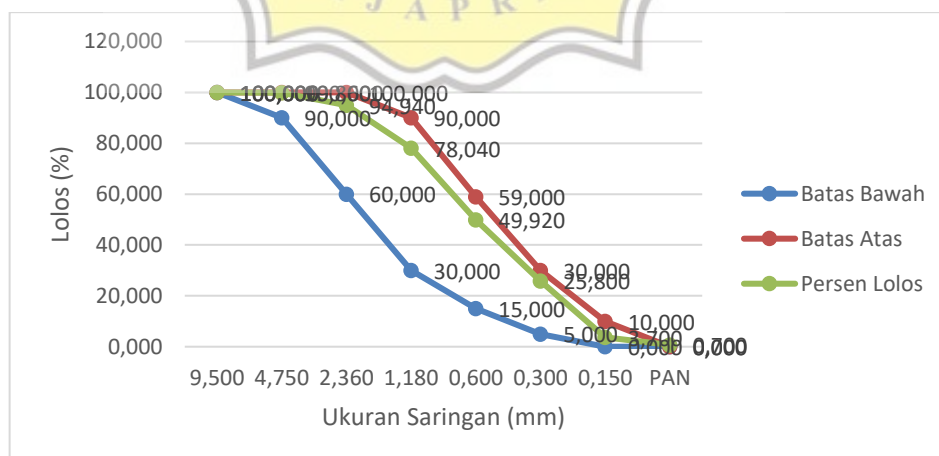
Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

Tabel 4.1 Analisis Saringan Agregat Halus

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Persentase Agregat Tertahan (%)	Tertahan Kumulatif (%)	Lolos Kumulatif (%)	Gradasi	
					Min (%)	Maks (%)
9,5	0,000	0,000	0,000	100,000	100,000	100,000
4,75	0,700	0,140	0,140	99,860	90,000	100,000
2,36	24,600	4,920	5,060	94,940	60,000	100,000
1,18	84,500	16,900	21,960	78,040	30,000	90,000
0,6	140,600	28,120	50,080	49,920	15,000	59,000
0,3	120,600	24,120	74,200	25,800	5,000	30,000
0,15	110,500	22,100	96,300	3,700	0,000	10,000
Modulus Halus Butir	3,470					

Berikut perhitungan modulus halus butir pada agregat halus.

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir} &= \frac{\text{Jml \% tertahan kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{347,040}{100} \\
 &= 3,470
 \end{aligned}$$



Gambar 4.1 Grafik Gradasi Agregat Halus



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

Gambar 4.1 menunjukkan grafik gradasi agregat halus yang digunakan. Grafik tersebut menunjukkan gradasi pasir terletak di antara dua garis batas gradasi dengan modulus kehalusan 2,890. Berdasarkan SNI 03-2834-2000 modulus kehalusan agregat yang baik memiliki nilai antara 1,5 – 3,8 maka pasir yang digunakan mempunyai gradasi yang ideal untuk membuat adukan beton.

4.1.2 Analisis Saringan Agregat Kasar

Pengujian analisis saringan agregat kasar menggunakan material kerikil dari Jati Kencana Beton (JKB) Karangjati. Rumus perhitungan dapat dilihat pada Rumus 3.6 – Rumus 3.9. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Analisis Saringan Agregat Kasar

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Persentase Agregat Tertahan (%)	Tertahan Kumulatif (%)	Lolos Kumulatif (%)	Gradasi	
					Min (%)	Maks (%)
25	0,000	0,000	0,000	100,000	100,000	100,000
19	50,500	10,100	10,100	89,900	90,000	100,000
12,5	105,500	21,100	31,200	68,800	60,000	100,000
9,5	95,700	19,140	50,340	49,660	30,000	90,000
4,75	30,000	6,000	56,340	43,660	15,000	59,000
Modulus Halus Butir	1,480					

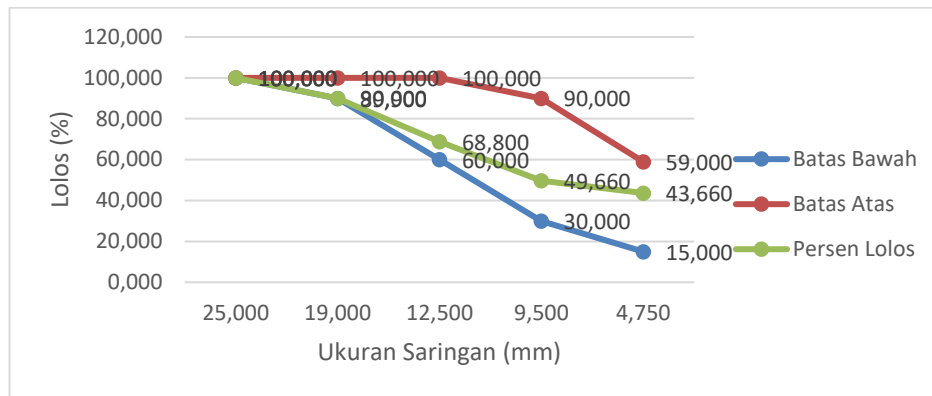
Berikut perhitungan modulus halus butir pada agregat kasar dari Jati Kencana Beton (JKB).

$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Butir} &= \frac{\text{Jml \% tertahan kumulatif}}{100,000} \\ &= \frac{147,980}{100,000} \\ &= 1,480 \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi



Gambar 4.2 Grafik Gradasi Kerikil Dari JKB

Berdasarkan Gambar 4.2, pengujian saringan agregat kasar dari Jati Kencana Beton menunjukkan hasil yang ideal ditunjukkan dari grafik garis persen lolos berada diantara baris batas atas maksimum dan baris batas bawah minimum. Hasil tersebut menunjukkan agregat kasar layak digunakan untuk campuran pada beton.

4.2 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus dan Agregat Kasar

Pengujian kadar lumpur agregat halus dan kasar dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata Semarang mengacu pada SNI-2816-2014. Langkah pengujian dapat dilihat pada bab sebelumnya. Perhitungan kandungan lumpur lengkap dapat dilihat pada Lampiran L-2.

4.2.1 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Cara menghitung kadar lumpur agregat halus dapat dilihat pada Rumus 3.10. Berdasarkan rumus tersebut, didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Kadar Lumpur Agregat} = \frac{\text{Tinggi Lumpur}}{\text{Tinggi Pasir} + \text{Tinggi Lumpur}} \times 100\%$$



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

$$= \frac{0}{150 + 0} \times 100 \% \\ = 0 \%$$

Berdasarkan hasil tersebut maka kandungan lumpur pada agregat halus tidak melebihi standar maksimum kadar lumpur pada SNI-2816-2014 yaitu sebesar 5%. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa proses pencucian agregat halus dilakukan secara maksimal hingga agregat bebas dari lumpur. Untuk membuat campuran benda uji dengan kadar lumpur tertentu, dilakukan penambahan lumpur yang berasal dari hasil ayakan agregat halus yang tertahan pada *pan* sesuai dengan kadar perencanaan pada batasan masalah.

4.2.2 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Perhitungan kadar lumpur pada agregat kasar menggunakan persamaan rumus 3.11. Menurut SNI S-04-1989-F, nilai maksimum kadar lumpur pada agregat kasar sebesar 1%.

1. Berat kerikil kotor = 500 gram
2. Berat wadah = 69,000 gram
3. Berat wadah + Kerikil kotor = 569,000 gram
4. Berat wadah + Kerikil dicuci kering = 499,500 gram
5. Kandungan lumpur = $\frac{B. Agregat - B. Agregat C.Kering}{B. Agregat Cuci Kering} \times 100\%$
 $= \frac{500 - 499,500}{499,500} \times 100\%$
 $= 0,100 \%$

Berdasarkan hasil diatas diperoleh hasil sebesar 0,100 % maka kadungan lumpur dalam agregat kasar tidak melebihi 1 % maka agergat kasar bisa langsung digunakan atau bisa dicuci kembali agar hasil dari kandungan lumpur lebih kecil.



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

4.3 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Cara perhitungan pengujian berat jenis agregat halus dapat dilihat pada Rumus 3.2 – Rumus 3.5. Berdasarkan rumus tersebut, didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

1. Berat piknometer = 188,500 gram
2. Berat contoh (Bc) = 500 gram
3. Berat piknometer + air + berat contoh (Bt) = 946,500 gram
4. Berat piknometer + berat contoh (B) = 668,500 gram
5. Berat contoh kering (Bk) = 490 gram
6. Berat jenis curah

$$= \frac{Bk}{(Bk+B-Bt)}$$

$$= \frac{490}{(490 + 668,500 - 946,500)}$$

$$= 2,311 \text{ gram/cm}^3$$
7. Berat jenis kering permukaan

$$= \frac{Bk}{(B+Bc-Bt)}$$

$$= \frac{490}{(668,500 + 500 - 946,500)}$$

$$= 2,207 \text{ gram/cm}^3$$
8. Berat jenis kondisi *SSD*

$$= \frac{Bc}{(Bc+B-Bt)}$$

$$= \frac{500}{(500 + 668,500 - 946,500)}$$

$$= 2,252 \text{ gram/cm}^3$$
9. % Penyerapan Air

$$= \frac{(Bc-Bk)}{Bk} \times 100\%$$

$$= \frac{(500-490)}{490} \times 100\%$$

$$= 2 \%$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, berat jenis agregat halus pada kondisi *SSD* yaitu sebesar 2,252 gram/cm³. Kondisi *Saturated Surface Dry (SSD)* yaitu keadaan pada agregat dimana permukaannya tidak terdapat air tetapi pada rongga terisi oleh air atau disebut sebagai kering muka. Hasil ini membuktikan bahwa agregat halus



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

termasuk dalam kondisi normal karena berada di antara $1,200 \text{ gram/cm}^3 - 2,800 \text{ gram/cm}^3$. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui volume agregat halus sehingga dapat diketahui kadar campuran dari agregat pembuatan beton. Menurut Domagala, (2015) nilai maksimal dari penyerapan air (absorpsi) pada beton adalah 2% sehingga tidak mengurangi kuat tekan. Hasil pengujian penyerapan air dalam pengujian tidak melebihi batas sehingga nilai absorpsi ini tidak menurunkan kuat tekan beton. Perhitungan lengkap mencari berat jenis agregat halus dapat dilihat pada Lampiran L-3.

4.4 Analisis Berat Volume Agregat Halus dan Agregat Kasar

Pengujian analisis berat volume agregat dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata Semarang mengacu pada SNI 1973:2008.

4.4.1 Analisis Berat Volume Agregat Halus

Metode perhitungan analisis berat volume agregat halus dapat dilihat pada Rumus 3.12. Berdasarkan rumus tersebut, didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

1. Tinggi wadah = 17 cm
2. Diamter Wadah = 15 cm
3. Volume wadah = $\pi \times r^2 \times t$
= $3,14 \times 7,5^2 \times 17$
= $3002,625 \text{ cm}^3$
= 3,000 liter
4. Berat wadah = 4,300 kg
5. Berat wadah + agregat = 8,800 kg
6. Berat agregat = $8,800 \text{ kg} - 4,300 \text{ kg}$
= 4,500



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

$$\begin{aligned} 7. \text{ Berat volume} &= \frac{\text{berat agregat}}{\text{volume wadah}} \\ &= \frac{4,500}{3} \\ &= 1,500 \text{ kg/liter} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa berat volume agregat halus yaitu sebesar 1,500 kg/liter.

4.4.2 Analisis Berat Volume Agregat Kasar

Metode perhitungan analisis berat volume agregat halus dapat dilihat pada Rumus 3.12. Berdasarkan rumus tersebut, didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} 1. \text{ Tinggi wadah} &= 17 \text{ cm} \\ 2. \text{ Diameter Wadah} &= 15 \text{ cm} \\ 3. \text{ Volume wadah} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,140 \times 7,5^2 \times 17 \\ &= 3002,625 \text{ cm}^3 \\ &= 3,000 \text{ liter} \\ 4. \text{ Berat wadah kubus} &= 4,300 \text{ kg} \\ 5. \text{ Berat wadah + agregat} &= 9,550 \text{ kg} \\ 6. \text{ Berat agregat} &= 9,550 - 4,300 \\ &= 5,250 \text{ kg} \\ 7. \text{ Berat volume} &= \frac{\text{berat agregat}}{\text{volume wadah}} \\ &= \frac{5,250}{3} \\ &= 1,750 \text{ kg/liter} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa berat volume agregat halus yaitu sebesar 1,750 kg/liter



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

4.5 Pengujian Kadar Air Agregat Halus dan Agregat Kasar

Pengujian kadar air agregat dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata Semarang mengacu pada SNI 03-1971-1990. Perhitungan lengkap kadar air agregat halus dan kasar dapat dilihat pada Lampiran L-5.

4.5.1 Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Pengujian kadar air agregat halus yang diuji dalam kondisi SSD. Metode perhitungan dapat dilihat pada Rumus 3.1. Berdasarkan rumus tersebut didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

1. Berat wadah (W_1) = 69 gram
2. Berat wadah + agregat (W_2) = 569 gram
3. Berat agregat (W_3) = $W_2 - W_1$
= 569 gram - 69 gram
= 500 gram
4. Berat wadah + agregat kering (W_4) = 538,500 gram
5. Berat agregat kering (W_5) = $W_4 - W_1$
= 538,500 gram - 69 gram
= 469,500 gram
6. Kadar air = $\frac{(W_3 - W_5)}{W_5} \times 100\%$
= $\frac{(500 - 469,500)}{469,500} \times 100\%$
= 6,490 %

Berdasarkan perhitungan tersebut kadar air agregat halus pasir muntitan didapatkan hasil sebesar 6,490 %. Berdasarkan SNI 1971:2011, kadar air tidak boleh melebihi 3 % maka agregat halus harus dikeringkan dengan cara ditempatkan dan diratakan pada palet untuk mendapatkan kondisi SSD.



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

4.5.2 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Pengujian kadar air agregat kasar yang akan diuji dalam kondisi SSD. Perhitungan kadar air dapat dilihat pada persamaan Rumus 3.1. Berdasarkan rumus tersebut didapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Berat wadah (W_1) = 69 gram
- b. Berat wadah + agregat (W_2) = 569 gram
- c. Berat agregat (W_3) = $W_2 - W_1$
= 569 gram - 69 gram
= 500 gram
- d. Berat wadah + agregat kering (W_4) = 561 gram
- e. Berat agregat kering (W_5) = $W_4 - W_1$
= 561 gram - 69 gram
= 492 gram
- f. Kadar air = $\frac{(W_3 - W_5)}{W_5} \times 100\%$
= $\frac{(500 - 492)}{492} \times 100\%$
= 1,626 %

Berdasarkan perhitungan tersebut kadar air agregat kasar dari Jati Kencana Beton sebesar 1,626 %. Menurut ASTM C556 kadar air yang ideal berkisar 0,5% - 2 % maka hasil pengujian kadar air agregat kasar memenuhi syarat.

4.6 Pengujian Daya Ikat Semen

Pengujian waktu ikat semen dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. Pengujian waktu ikat semen bertujuan untuk menentukan waktu yang diperlukan semen bereaksi terhadap air menjadi pasta semen hingga semen mengeras. Pengujian dilakukan menggunakan cairan X dan air normal dengan jenis semen Gresik PPC. Proses pengujian berpedoman pada SNI



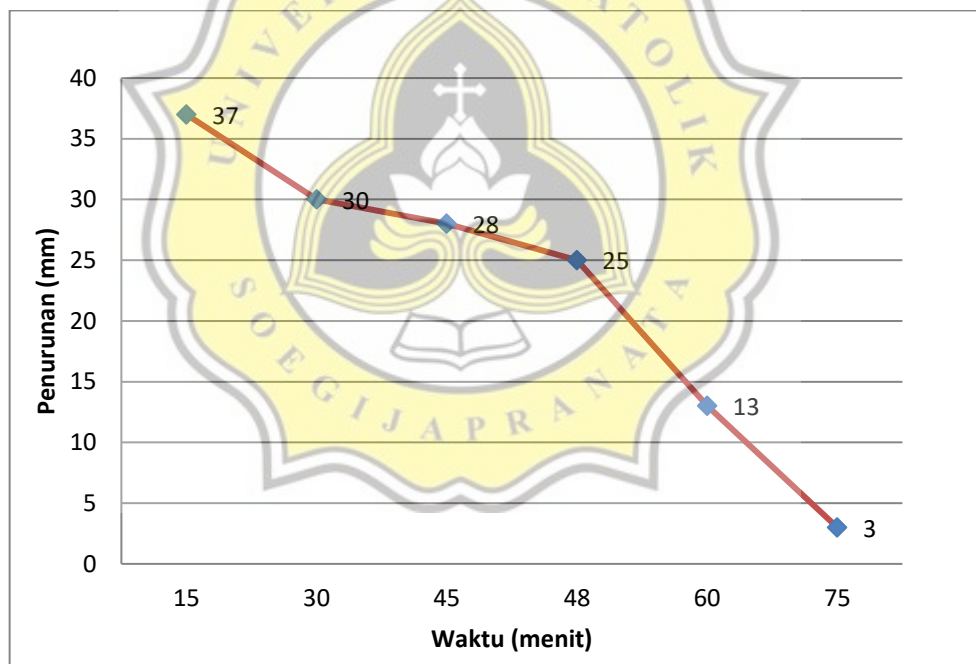
Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

03-6827-2002. Langkah – langkah pengujian dapat dilihat di bab sebelumnya, maka didapatkan hasil pengujian waktu ikat semen yang telah dirangkum pada Tabel 4.3 sampai Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Pengujian Waktu Ikat Semen Cairan X

Waktu (menit)	Penurunan (mm)
15	37
30	30
45	28
48	25
60	13
75	3



Gambar 4.3 Grafik Waktu Ikat Semen Cairan X

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dijelaskan bahwa waktu pengikatan akhir semen menggunakan cairan X selama 75 menit.

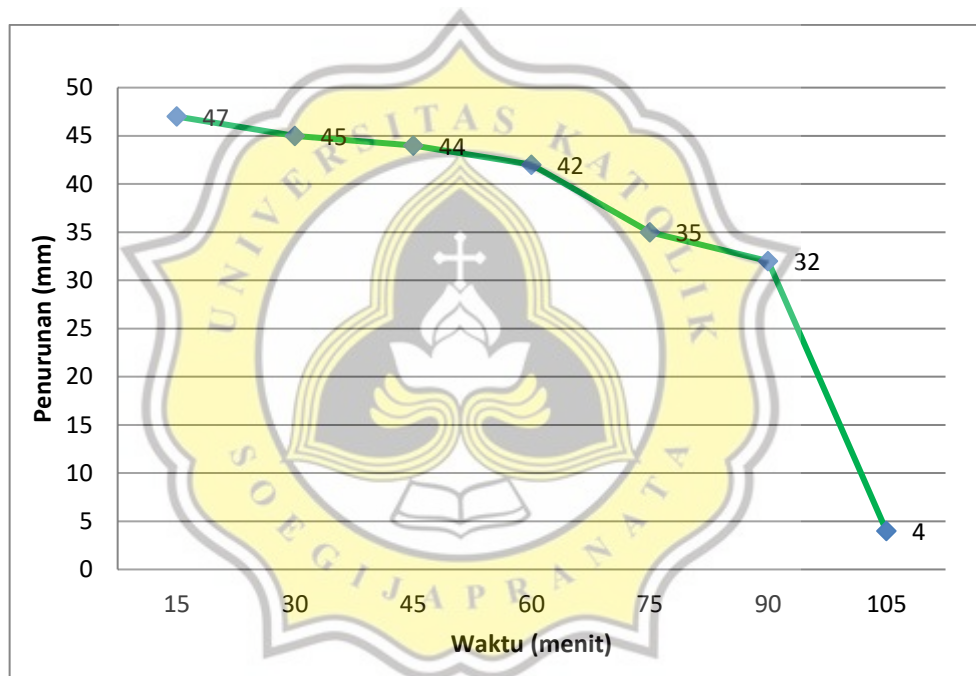


Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

Tabel 4.4 Waktu Ikat Semen Air Normal

Waktu (menit)	Penurunan (mm)
15	47
30	45
45	44
60	42
75	35
90	32
105	4



Gambar 4.4 Grafik Waktu Ikat Semen Air Normal

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat dijelaskan bahwa waktu pengikatan akhir semen menggunakan air normal selama 105 menit. Waktu ini lebih lama dibandingkan dengan waktu pengikatan akhir semen menggunakan cairan X sehingga cairan X terbukti sebagai bahan tambah yang bersifat *accelerator*.



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

4.7 Pengujian Keausan Agregat Kasar

Pengujian material agregat kasar dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai keausan pada agregat kasar dan agregat halus. Perhitungan Keausan agregat halus dan kasar dapat dilihat pada Lampiran L-6. Menurut SNI 2417-2008, pengujian keausan agregat kasar untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin abrasi *Los Angeles*. Perhitungan dapat dilihat pada rumus 3.13. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus terhadap berat semula dalam persen.

1. Berat wadah = 240 gram
2. Berat agregat kasar (A) = 5000 gram
3. Berat saringan No. 12 = 352,500 gram
4. Berat tertahan + saringan No.12 = 4057,500 gram
5. Berat tertahan (B) = 3705 gram
6. Keausan agregat kasar = $\frac{A - B}{A} \times 100 \%$
= $\frac{5000 - 3705}{5000} \times 100 \%$
= 25,900 %

Menurut SK SNI M-02-1990-F, syarat maksimum keausan kerikak atau batu pecah adalah 40 %, maka perhitungan angka keausan diatas memenuhi syarat dengan angka keausan diperoleh 25,900 % sehingga kerikak atau batu pecah bisa digunakan.

4.8 Pengujian Kotoran Organik Agregat Halus

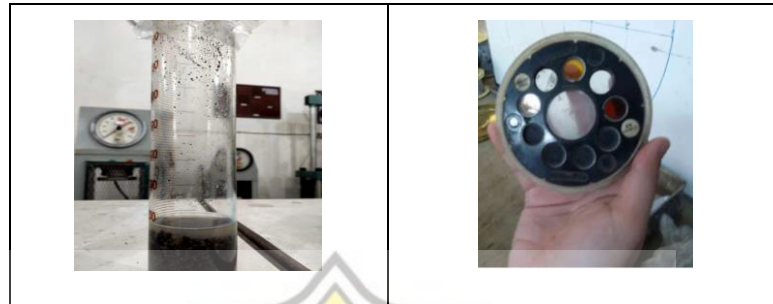
Menurut SNI 03-2816-1992, pengujian kotoran organik untuk menentukan adanya bahan organik dalam pasir yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton.



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

Pemeriksaan kotoran organik ini membandingkan warna campuran pada agregat halus yang sudah didiamkan dan ditambahkan NaOH selama waktu yang sudah ditentukan dengan warna standar *hellige tester* No.3 menggunakan alat *organic plate*.

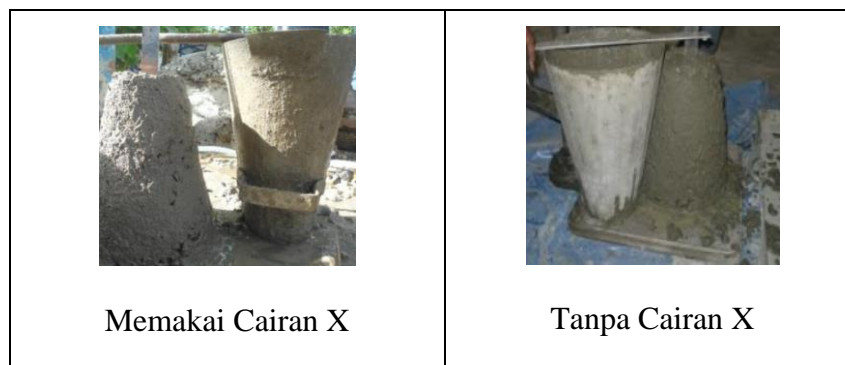


Gambar 4.5 Pengujian Kotoran Organik menggunakan Alat *Organic Plate*

Pada Gambar 4.5 dapat dijelaskan bahwa perbandingan warna yang didapatkan warna lebih terang maka kandungan organik pada pasir lebih rendah maka pasir bisa langsung digunakan tanpa perlu dicuci.

4.9 Pengujian *Slump Test* Beton

Proses pengujian *slump test* mengacu pada SNI-03-1972-1990 yang bertujuan mencari nilai *slump* beton. Pengujian *slump test* beton dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Pengukuran Nilai *Slump Beton*



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

Hasil pengujian *slump* beton didapatkan sebagai berikut:

1. Nilai *slump* (Memakai cairan X) = 30,500 cm – 23 cm
= 7,500 cm
2. Nilai *slump* (Tanpa cairan X) = 30,500 cm – 22 cm
= 8,500 cm

Berdasarkan perbandingan hasil *slump test* dan gambar yang diperoleh, tidak terjadi perbedaan yang signifikan sehingga cairan X bukan termasuk dalam *water reducer*.

4.10 Pembuatan Benda Uji

Proses pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. Pembuatan benda uji ada dua sampel benda uji yaitu kubus dan silinder mengacu pada SNI 2493-2011. Langkah – langkah pembuatan benda uji bisa dilihat pada bab sebelumnya. Kadar campuran tiap benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.1 sampai Tabel 3.2. Dokumentasi membuat benda uji dapat dilihat pada Lampiran L-9.

4.11 Pengujian Berat Massa Volume dan Kuat Tekan Beton

Pengujian benda uji dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 14 hari, 28 hari dengan alat tes beton *Compression Machine*. Langkah – langkah pengujian bisa dilihat pada bab sebelumnya.

4.11.1 Berat Massa Volume Beton Kubus

Berat massa volume beton diperoleh dengan membandingkan berat benda uji dengan volume benda uji. Beton yang akan dicari berat massa volume yaitu beton kubus yang berumur 14 hari dan 28 hari, setelah itu beton ditimbang untuk



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

mengetahui berat benda uji. Rumus berat massa volume beton menggunakan persamaan 3.14 dan perhitungan mencari berat massa volume beton dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Lampiran L-7. Berikut contoh perhitungan berat massa volume.

1. Volume Kubus

$$\begin{aligned} \text{a. Volume Benda Uji Kubus} &= S \times S \times S \\ &= 0,150 \times 0,150 \times 0,150 \\ &= 0,003 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Contoh Perhitungan Berat Massa Volume Beton

$$\begin{aligned} \text{a. Nama Benda Uji} &= \text{BT-1} \\ \text{b. Berat Benda Uji Kubus} &= 8,320 \text{ kg} \\ \text{c. Berat Massa Volume Beton} &= \frac{\text{Berat Benda Uji Kubus}}{\text{Volume Benda Uji Kubus}} \\ &= \frac{8,320}{0,003} \\ &= 2465,185 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Berat Massa Volume

No	Umur Beton (Hari)	Kode Beton	Berat Benda Uji (Kg)	Volume Benda Uji (m3)	Berat Massa Volume (Kg/m3)
1	14 Hari	BT - 1	8,320	0,003	2465,185
2		BT - 2	8,050	0,003	2385,185
3		BT - 3	8,060	0,003	2388,148
4		BT - 4	7,850	0,003	2325,926
5		BT - 5	7,930	0,003	2349,630
6		BT - 6	8,090	0,003	2397,037
7		BT - 7	7,960	0,003	2358,519
8		BT - 8	8,050	0,003	2385,185
9		BT - 9	8,020	0,003	2376,296
10		BT - 10	8,030	0,003	2379,259
11		BT - 11	8,270	0,003	2450,370
12		BT - 12	8,200	0,003	2429,630



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

Tabel 4.6 Berat Massa Volume (Lanjutan)

No	Umur Beton (Hari)	Kode Beton	Berat Benda Uji (Kg)	Volume Benda Uji (m ³)	Berat Massa Volume (Kg/m ³)
13	28 Hari	BT - 13	8,100	0,003	2400,000
14		BT - 14	8,260	0,003	2447,407
15		BT - 15	8,460	0,003	2506,667
16		BT - 16	8,280	0,003	2453,333
17		BT - 17	8,340	0,003	2471,111
18		BT - 18	8,450	0,003	2503,704
19		BT - 19	8,160	0,003	2417,778
20		BT - 20	8,390	0,003	2485,926
21		BT - 21	8,250	0,003	2444,444
22		BT - 22	8,220	0,003	2435,556
23		BT - 23	8,050	0,003	2385,185
24		BT - 24	8,240	0,003	2441,481

4.11.2 Berat Massa Volume Beton Silinder

Perhitungan berat massa volume beton diperoleh dari membandingkan berat benda uji dengan volume benda uji. Beton jenis silinder yang akan dicari berat volume massa berumur 28 Hari. Rumus perhitungan menggunakan persamaan 3.14 dan perhitungan berat massa volume beton silinder dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Lampiran L-7. Berikut contoh perhitungan berat massa volume beton silinder.

1. Perhitungan Volume Beton Silinder

$$\begin{aligned} \text{a. Volume Benda Uji Silinder} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,140 \times 0,075^2 \times 0,300 \\ &= 0,005 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Berat Massa Volume Beton Silinder 28 Hari

$$\begin{aligned} \text{a. Nama Benda Uji} &= \text{BT - 1} \\ \text{b. Berat Benda Uji Silinder} &= 12,450 \text{ kg} \\ \text{c. Berat Massa Volume Beton} &= \frac{\text{Berat Benda Uji Silinder}}{\text{Volume Benda Uji Silinder}} \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

$$\begin{aligned} &= \frac{12,450}{0,005} \\ &= 2349,611 \text{ kg / m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Berat Massa Volume Beton Silinder

No	Umur Beton (Hari)	Kode Beton	Berat Benda Uji (Kg)	Volume Benda Uji (m3)	Berat Massa Volume (Kg/m3)
1	28 Hari	BT - 1	12,450	0,005	2349,611
2		BT - 2	12,470	0,005	2353,385
3		BT - 3	12,510	0,005	2360,934
4		BT - 4	12,500	0,005	2359,047
5		BT - 5	12,620	0,005	2381,694
6		BT - 6	12,580	0,005	2374,145
7		BT - 7	12,570	0,005	2372,258
8		BT - 8	12,630	0,005	2383,581
9		BT - 9	12,590	0,005	2376,032
10		BT - 10	12,530	0,005	2364,709
11		BT - 11	12,640	0,005	2385,468
12		BT - 12	12,550	0,005	2368,483

4.11.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Kubus

Pengujian kuat tekan beton dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. Pengujian dilakukan menggunakan alat *Compression Machine*. Beton yang diuji kuat tekan berumur 14 hari dan 28 hari berbentuk kubus. Rumus kuat tekan beton kubus dapat dilihat pada persamaan 3.15 dan perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Lampiran L-8. Berikut contoh perhitungan kuat tekan beton kubus.

1. Perhitungan Luas Permukaan Beton Kubus

$$\begin{aligned} \text{a. Luas penampang kubus (A)} &= S \times S \\ &= 150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm} \\ &= 22500 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2. Contoh Perhitungan Kuat Tekan Beton Kubus 14 hari



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

$$\begin{aligned} \text{a. Benda Uji BT - 1} &= \frac{\text{Beban Maksimum (P)} \times 1000}{\text{Luas Penampang Kubus (A)}} \\ &= \frac{610 \times 1000}{22500} \\ &= 27,111 \text{ MPa} \end{aligned}$$

3. Contoh perhitungan Kuat Tekan Beton Kubus 28 hari

$$\begin{aligned} \text{a. Benda Uji BT - 1} &= \frac{\text{Beban Maksimum (P)} \times 1000}{\text{Luas Penampang Kubus (A)}} \\ &= \frac{790 \times 1000}{22500} \\ &= 35,111 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Kubus

No	Umur Beton	Kode Beton	Berat Benda Uji (kg/m ²)	Kuat Tekan Beton (KN)	Kuat Tekan Beton (MPa)
1	14 Hari	BT - 1	8,320	610	27,111
2		BT - 2	8,050	590	26,222
3		BT - 3	8,060	585	26,000
4		BT - 4	7,850	580	25,778
5		BT - 5	7,930	620	27,556
6		BT - 6	8,090	605	26,889
7		BT - 7	7,960	580	25,778
8		BT - 8	8,050	615	27,333
9		BT - 9	8,020	570	25,333
10		BT - 10	8,030	420	18,667
11		BT - 11	8,270	460	20,444
12		BT - 12	8,200	445	19,778
13	28 Hari	BT - 1	8,100	790	35,111
14		BT - 2	8,260	720	32,000
15		BT - 3	8,460	620	27,556
16		BT - 4	8,280	840	37,333
17		BT - 5	8,340	580	25,778
18		BT - 6	8,450	610	27,111
19		BT - 7	8,160	810	36,000
20		BT - 8	8,390	625	27,778

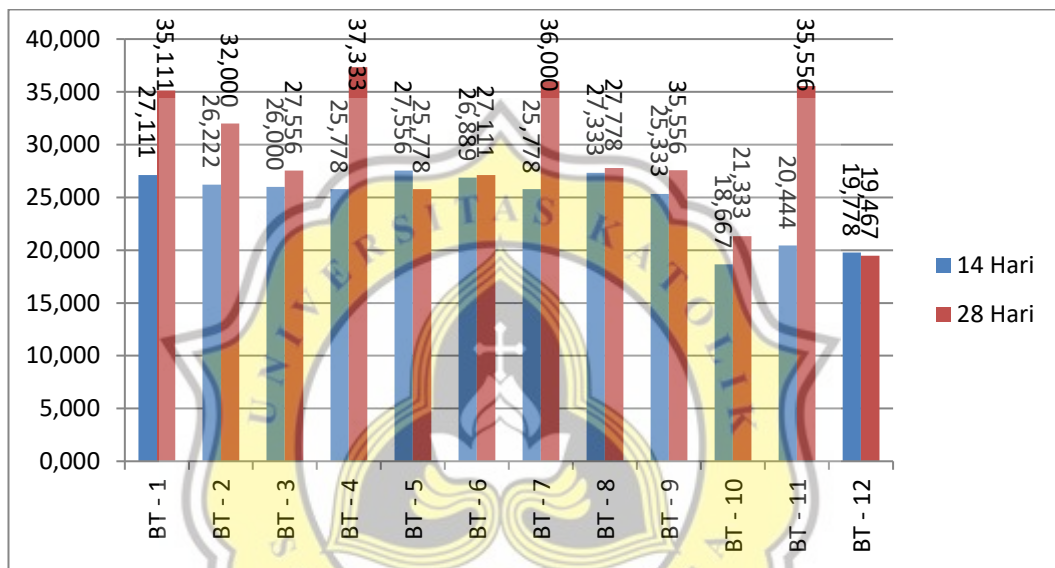


Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Kubus (Lanjutan)

No	Umur Beton	Kode Beton	Berat Benda Uji (kg/m ²)	Kuat Tekan Beton (KN)	Kuat Tekan Beton (MPa)
21	28 Hari	BT – 9	8,25	800	35,556
22		BT – 10	8,22	480	21,333
23		BT-11	8,05	436	19,378
24		BT-12	8,24	438	19,467



Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Kubus

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat dijelaskan bahwa benda uji memiliki nilai kuat tekan yang bervariasi. Contohnya pada benda uji beton umur 28 hari yaitu BT – 1, BT – 4, BT – 7, dan BT – 9 mencapai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji yang sama pada umur 14 hari. Adanya perbedaan kuat tekan yang signifikan membuktikan bahwa cairan X mampu meningkatkan kuat tekan beton secara optimal pada benda uji bebas lumpur. Benda uji lainnya seperti BT – 2, BT – 3, BT – 5, BT – 6, BT – 8, BT – 10, BT – 11, dan BT – 12 memiliki selisih kuat tekan yang tidak terlalu besar bahkan ada benda uji yang memiliki nilai kuat tekan lebih besar pada umur 14 hari. Hal ini membuktikan bahwa cairan X tidak mampu



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

memberikan pengaruh signifikan terhadap kuat tekan beton karena kandungan lumpur yang melebihi batas normal sesuai Peraturan Beton Bertulang Indonesia (1971:23).

4.11.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder

Pengujian kuat tekan beton silinder dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. Pengujian beton silinder dilakukan pada umur beton 28 hari. Rumus kuat tekan beton silinder menggunakan persamaan 3.15 dan perhitungan kuat tekan beton silinder dapat dilihat pada Lampiran L-8. Berikut merupakan contoh perhitungan mencari kuat tekan beton silinder.

1. Perhitungan Luas Penampang Beton Silinder

$$\begin{aligned} \text{a. Luas Penampang Silinder (A)} &= 0,25 \times \pi \times D^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 150^2 \\ &= 17662,50000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Kuat Tekan Beton Silinder umur 28 hari

$$\begin{aligned} \text{a. Benda Uji BT - 1} &= \frac{\text{Beban Maksimum (P)} \times 1000}{\text{Luas Penampang Silinder (A)}} \\ &= \frac{550 \times 1000}{17662,50000} \\ &= 31,139 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder

No	Umur Beton	Kode Beton	Berat Benda Uji (kg/m ²)	Kuat Tekan Beton (KN)	Kuat Tekan Beton (MPa)
1	28 Hari	BT - 1	12,450	550	31,139
2		BT - 2	12,470	520	29,441
3		BT - 3	12,510	505	28,592
4		BT - 4	12,500	690	39,066
5		BT - 5	12,620	610	34,536

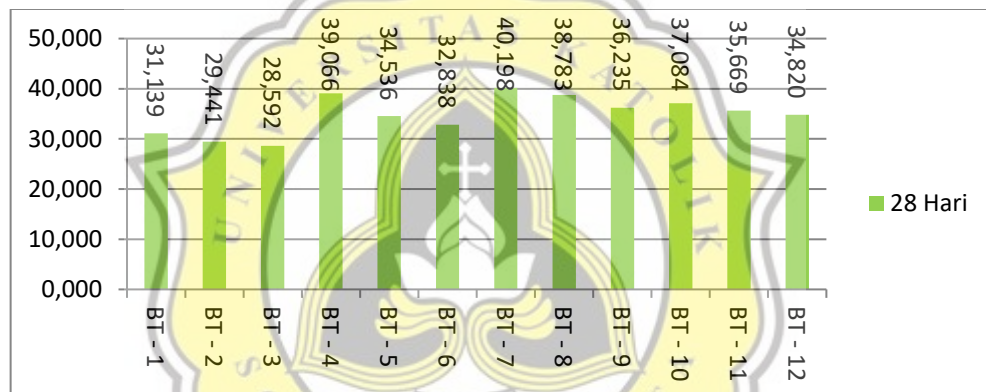


Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder (Lanjutan)

No		Kode Beton	Berat Benda Uji (kg/m ²)	Kuat Tekan Beton (KN)	Kuat Tekan Beton (MPa)
6	28 Hari	BT - 6	12,580	580	32,838
7		BT - 7	12,570	710	40,198
8		BT - 8	12,630	685	38,783
9		BT - 9	12,590	640	36,235
10		BT - 10	12,530	655	37,084
11		BT - 11	12,640	630	35,669
12		BT - 12	12,550	615	34,820



Gambar 4.8 Grafik Kuat Tekan Beton Silinder

Berdasarkan Gambar 4.8 dapat dijelaskan bahwa benda uji silinder sebagai pembanding dari beton kubus mengalami kenaikan yang tidak signifikan dengan kuat tekan maksimum yang dihasilkan sebesar 40,198 MPa.

4.11.5 Perbandingan Kuat Tekan Benda Uji Beton Normal Menggunakan Cairan X (Tanpa Lumpur dan Mengandung Lumpur)

Perbandingan kuat tekan ini mengambil dari hasil kuat tertinggi dari masing – masing benda uji kubus dan silinder seperti beton normal, beton menggunakan



Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

cairan X (tanpa lumpur dan mengandung lumpur). Berikut hasil kuat tekan tertinggi dari masing masing benda uji diatas ditunjukkan pada Tabel 4.12 sampai Tabel 4.15.

Tabel 4.12 Benda Uji Beton Normal

Kode Benda Uji	Kadar Cairan X	Kadar Lumpur Pasir (%)	Kadar Lumpur Kerikil (%)	Kuat Tekan (Mpa)	
				14 Hari	28 Hari
BT-1	-	-	-	27,111	35,111
				< 35,200	< 40

Tabel 4.13 Benda Uji Menggunakan Cairan X (Tanpa Lumpur)

Kode Benda Uji	Kadar Cairan X	Kadar Lumpur Pasir (%)	Kadar Lumpur Kerikil (%)	Kuat Tekan (Mpa)	
				14 Hari	28 Hari
BT-4	100	-	-	25,778	37,333
BT-7	200	-	-	25,778	36
BT-11	300	-	-	18,670	21,33
				< 35,200	< 40

Tabel 4.14 Benda Uji Menggunakan Cairan X Mengandung Lumpur (14 hari)

Kode Benda Uji	Kadar Cairan X	Kadar Lumpur Pasir (%)	Kadar Lumpur Kerikil (%)	Kuat Tekan (Mpa)	
				14 Hari	
BT-5	100	5%	1%	27,556	
BT-8	200	5%	1%	27,333	
BT-11	300	5%	1%	20,444	
				< 35,200	

Tabel 4.15 Benda Uji Menggunakan Cairan X Mengandung Lumpur (28 Hari)

Kode Benda Uji	Kadar Cairan X	Kadar Lumpur Pasir (%)	Kadar Lumpur Kerikil (%)	Kuat Tekan (Mpa)	
				28 Hari	
BT-6	100	10%	2%	27,111	
BT-9	200	10%	2%	35,556	
BT-11	300	5%	1%	19,378	
				< 40	

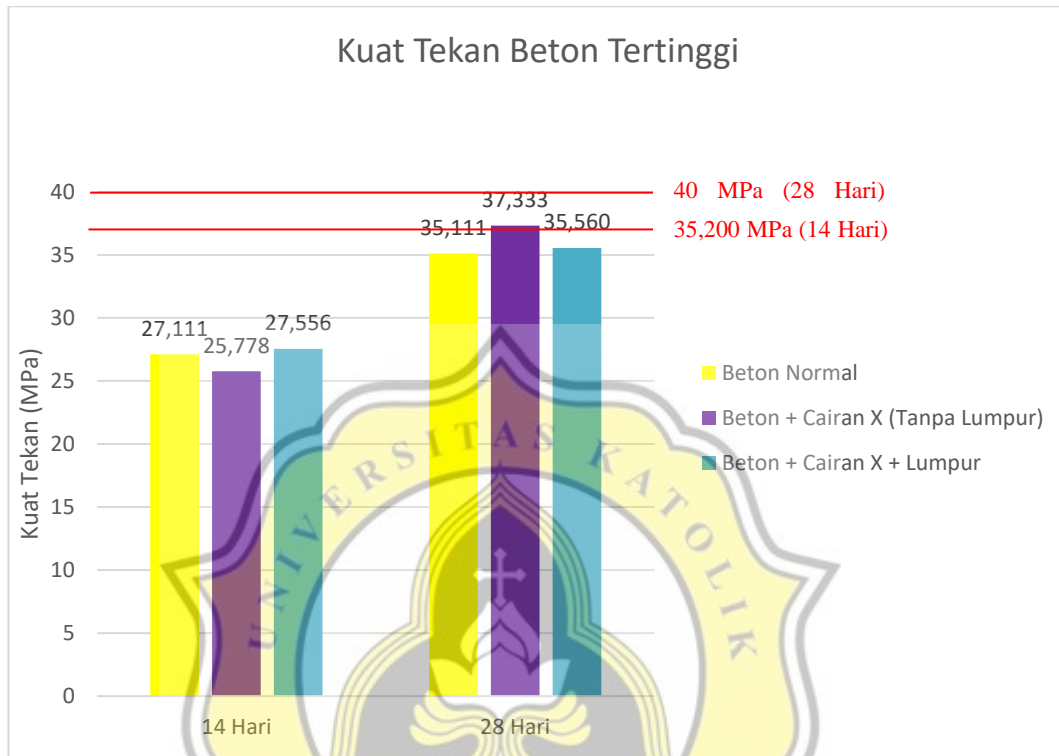


Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

Keterangan:

= Hasil Kuat Tekan Tertinggi



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Benda Uji Kubus

Gambar 4.9 dapat dijelaskan bahwa benda uji beton normal, beton memakai cairan X tanpa lumpur dan beton memakai cairan X mengandung lumpur pada umur 14 hari dan 28 hari tidak mencapai target.

Tabel 4.16 Perbandingan Benda Uji Silinder

Kode Benda Uji	Kadar Cairan X	Kadar Lumpur Pasir (%)	Kadar Lumpur Kerikil (%)	Kuat Tekan (Mpa)
				28 Hari
BT-1	-	-	-	31,139
BT-7	200	-	-	40,198
BT-8	200	5%	1%	38,783
				> 40

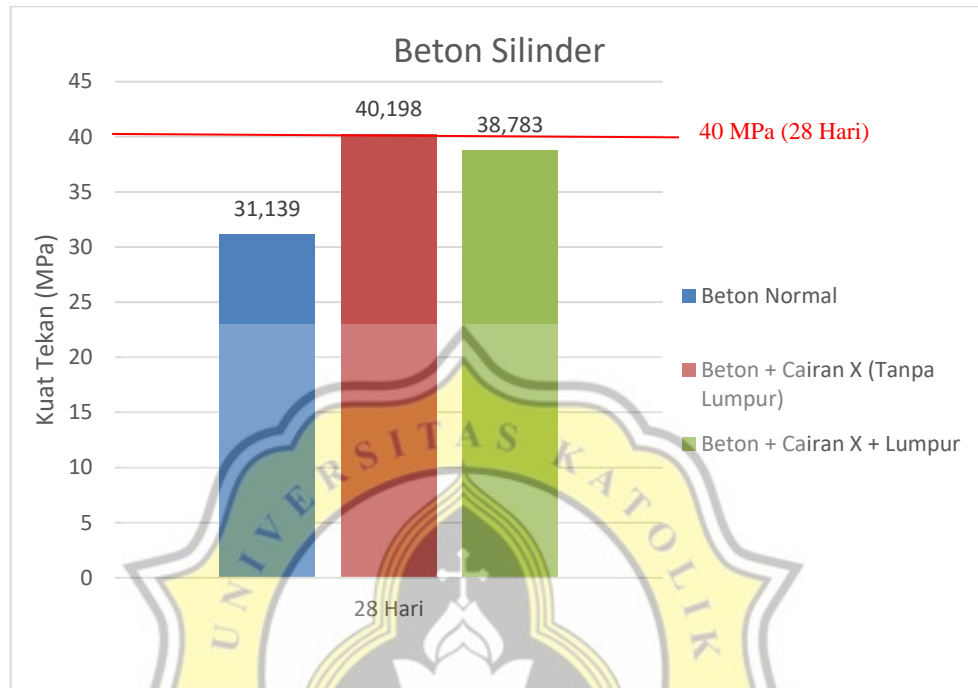


Tugas Akhir

Pengaruh Cairan X sebagai *Accelerator* pada Peningkatan Kuat Tekan Beton dengan Kandungan Lumpur Tinggi

Keterangan:

 = Hasil Kuat Tekan Tertinggi



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Benda Uji Silinder

Gambar 4.10 menunjukkan hasil kuat tekan tertinggi dari ketiga sampel benda uji beton normal, beton memakai cairan X tanpa lumpur dan beton memakai cairan X mengandung lumpur. Nilai kuat tekan paling tinggi yaitu beton menggunakan cairan X (tanpa lumpur) sebesar 40,198 MPa walaupun tidak signifikan.