

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1
MANUAL LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL

A. Pengujian Semen

1. Uji Konsistensi Normal Semen *Portland*

Uji konsistensi normal semen *portland* mengacu pada ASTM C 187-98, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air normal yang digunakan untuk mengikat dan mengeringnya semen. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian konsistensi normal semen *portland*, antara lain:

- a. Campur semen dengan air suling 14% atau 70 cc, lalu aduk sampai rata selama 3 menit hingga membentuk pasta semen.
- b. Bila pasta semen telah tercampur rata, kemudian dapat dibentuk menjadi bola dengan cara dilempar dari tangan kiri ke tangan kanan atau sebaliknya pada jarak 15 cm sebanyak 6 kali.
- c. Kemudian masukkan bola pasta semen ke dalam konikel, ratakan permukaannya dengan cara ditekan menggunakan tangan atau alat bantu.
- d. Letakkan konikel berisi pasta semen pada kaca datar, kemudian jarum vikat besar ditempelkan pada permukaan pasta semen tepat di bagian tengah dan lepaskan jarum dengan memutar pengikat E di jarum vikat tersebut selama 30 detik.
- e. Ulangi percobaan ini dengan campuran baru dan diberi jumlah air yang berbeda, minimum 3 kali percobaan dengan menambahkan kira-kira 5 cc air.
- f. Jumlah air dapat ditambah apabila terjadi penurunan jarum kurang dari 10 mm, atau sebaliknya jumlah air dapat dikurangi apabila terjadi penurunan jarum lebih besar dari 10 mm.

Perhitungan uji konsistensi normal semen *portland*:

$$\text{Konsistensi} = \frac{\text{Kadar air}}{\text{Semen}} \times 100\% \dots\dots\dots (1.1)$$

2. Waktu Mengikat dan Waktu Mengeras Semen

Pengujian waktu mengikat dan waktu mengeras semen mengacu pada ASTM C 191-01, pengujian ini bertujuan untuk menentukan waktu ikat awal dan waktu mengeras semen *portland*. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian waktu mengikat dan waktu mengeras semen, antara lain:

- a. Campur semen dengan air suling 14% atau 70 cc, lalu aduk hingga rata selama 3 menit.
- b. Catat waktu saat pasta semen telah tercampur rata
- c. Kemudian pasta semen yang sudah rata tersebut dibentuk bola dengan cara dilempar dari tangan kiri ke tangan kanan atau sebaliknya pada jarak 15 cm sebanyak 6 kali.

- d. Kemudian masukkan bola pasta semen ke dalam konikel, ratakan permukaannya dengan cara ditekan menggunakan tangan atau alat bantu.
- e. Letakkan konikel berisi pasta semen pada kaca datar, kemudian jarum vikat kecil ditempelkan pada permukaan pasta semen tepat di bagian tengah, setelah 45 menit lepaskan jarum dengan memutar pengikat E dan diukur penurunannya.
- f. Setelah 15 menit dari penjatuhan pertama, jarum vikat ditarik kembali dan dijatuhkan pada permukaan yang baru atau belum tertusuk jarum. Lakukan seterusnya dalam interval 15 menit hingga jarum sudah tidak dapat masuk lagi ke dalam pasta semen.
- g. Waktu mengikat semen ditentukan pada jarum vikat yang turun sebesar 25 mm dan waktu mengeras semen ditentukan pada jarum vikat yang turun sebesar 0 mm.

3. Uji Berat Jenis Semen

Pengujian Berat Jenis Semen ini mengacu pada ASTM C 188-78, pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis semen. Berat jenis semen merupakan perbandingan antara berat volume kering semen pada suhu ruangan dengan berat volume air suling pada suhu 4°C yang volumenya sama dengan volume semen. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian berat jenis semen, antara lain:

- a. Timbang semen sebanyak 250 gram.
- b. Timbang labu takar.
- c. Masukkan semen dengan menggunakan corong ke dalam labu takar dan timbang beratnya, kemudian labu takar diisi dengan minyak tanah dan diputar-putar agar gelembung udaranya keluar. Tambahkan minyak tanah hingga batas labu takar, lalu timbang kembali beratnya.
- d. Setelah labu takar dibersihkan, isi labu takar hanya dengan minyak hingga batas labu takar dan timbang kembali beratnya.

$$\text{Berat jenis semen} = \frac{A}{A-(B-C)} \times 0,8 \dots\dots\dots (1.2)$$

Keterangan,

- A = Berat semen
 B = Berat semen + minyak tanah + labu takar
 C = Berat labu takar + minyak tanah

4. Berat Volume Semen

Pengujian berat volume semen memiliki tujuan yaitu untuk menentukan berat volume semen dalam keadaan lepas dan keadaan padat. Berat volume semen merupakan perbandingan antara berat semen dengan volume semen pada suhu ruangan. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian berat volume semen, antara lain:

- a. Tanpa rojokan
 1. Timbang silinder volume 1 liter dalam keadaan kering.
 2. Silinder dengan volume 1 liter diisi semen sampai batas kapasitas dan ratakan permukaannya, kemudian ditimbang beratnya.
- b. Dengan rojokan
 1. Timbang silinder volume 1 liter dalam keadaan kering.
 2. Silinder dengan volume 1 liter diisi semen sampai batas 1/3 bagian dan rojok 25 kali.
 3. Kemudian tambah 1/3 bagian lagi dan rojok 25 kali, begitu seterusnya hingga terisi penuh.
 4. Ratakan permukaan semen, kemudian ditimbang beratnya.

$$\text{Berat volume semen} = \frac{(B-A)}{V} \dots\dots\dots (1.3)$$

Keterangan,

- A = Berat silinder
- B = Berat silinder + semen
- V = Volume silinder

B. Pengujian Agregat Kasar

1. Analisa Gradasi Butir Batu Pecah

Pengujian analisa gradasi butir batu pecah ini mengacu pada ASTM C 136-93, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui gradasi butir dan modulus kehalusan batu pecah atau kerikil. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian analisa gradasi butir batu pecah, antara lain:

- a. Timbang batu pecah dengan ukuran ½” – 1” sebanyak 8 kg, ukuran 1” – 2” sebanyak 12 kg, dan ukuran 2” – 3” sebanyak 16 kg.
- b. Masukkan batu pecah dalam ayakan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas dan digetarkan dengan mesin penggetar selama 1 menit.

- c. Kemudian batu pecah yang tertinggal pada masing-masing ayakan ditimbang. Faktor kehilangan maksimum 1%.

2. Uji Kadar Air Batu Pecah

Pengujian kadar air batu pecah ini mengacu pada ASTM C 556-71, pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air batu pecah atau kerikil dengan cara kering. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian kadar air batu pecah, antara lain:

- a. Timbang batu pecah dalam keadaan asli sebanyak 1000 gram.
- b. Masukkan batu pecah ke dalam oven selama 24 jam dengan temperatur $110^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$.
- c. Keluarkan batu pecah dari oven, tunggu hingga dingin kemudian timbang beratnya.

$$\text{Kadar air batu pecah} = \frac{B-A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (1.4)$$

Keterangan,

- A = Berat batu pecah kering oven
- B = Berat batu pecah asli

3. Uji Berat Jenis Batu Pecah

Pengujian berat jenis batu pecah ini mengacu pada ASTM C 127-88, pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis batu pecah atau kerikil kondisi SSD. Kondisi SSD merupakan keadaan pada agregat dimana tidak terdapat air pada permukaannya, tetapi terisi air pada rongganya sehingga tidak mengakibatkan penambahan maupun pengurangan kadar air dalam beton. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian berat jenis batu pecah, antara lain:

- a. Rendam batu pecah selama 24 jam.
- b. Kemudian angkat dan bersihkan atau dapat lap permukaan batu pecah sehingga akan didapat kondisi SSD.
- c. Timbang batu pecah sebanyak 1000 gram, kemudian timbang ke dalam air.

$$\text{Berat jenis batu pecah} = \frac{A}{A-B} \dots\dots\dots (1.5)$$

Keterangan,

- A = Berat batu pecah kondisi SSD di udara
- B = Berat batu pecah di air

4. Uji Berat Volume Batu Pecah

Pengujian berat volume batu pecah ini mengacu pada ASTM C 29-78, pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume batu pecah atau kerikil dalam keadaan lepas dan keadaan padat. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian berat jenis batu pecah, antara lain:

a. Tanpa rojokan

1. Timbang silinder volume 10 liter dalam keadaan kering.
2. Silinder dengan volume 10 liter diisi batu pecah sampai batas kapasitas dan ratakan permukaannya, kemudian ditimbang beratnya.

b. Dengan rojokan

1. Timbang silinder volume 10 liter dalam keadaan kering.
2. Silinder dengan volume 10 liter diisi batu pecah sampai batas 1/3 bagian dan rojok 25 kali. Kemudian tambah 1/3 bagian lagi dan rojok 25 kali, begitu seterusnya hingga terisi penuh.
3. Ratakan permukaan batu pecah, kemudian ditimbang beratnya.

$$\text{Berat volume batu pecah} = \frac{(B-A)}{V} \dots\dots\dots (1.6)$$

Keterangan,

- A = Berat silinder
- B = Berat silinder + batu pecah
- V = Volume silinder

5. Uji Resapan Batu Pecah

Pengujian resapan batu pecah ini mengacu pada ASTM C 127-88, pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air resapan batu pecah atau kerikil. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian resapan batu pecah, antara lain:

- a. Timbang batu pecah dalam keadaan SSD sebanyak 500 gram.
- b. Oven batu pecah selama 24 jam.
- c. Keluarkan batu pecah dari dalam oven, tunggu dingin kemudian timbang beratnya.

$$\text{Kadar air resapan} = \frac{500-A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (1.7)$$

Keterangan,

- A = Berat batu pecah oven

6. Uji Kebersihan Batu Pecah Terhadap Lumpur Dengan Cara Kering

Pengujian kebersihan batu pecah terhadap lumpur dengan cara kering ini mengacu pada ASTM C 117-76, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar lumpur batu pecah atau kerikil. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian kebersihan batu pecah terhadap lumpur dengan cara kering, antara lain:

- a. Timbang batu pecah kering oven sebanyak 1000 gram.
- b. Kemudian cuci batu pecah tersebut hingga bersih, dengan cara mengaduk batu pecah dengan air berkali-kali hingga air tampak bening. Tuangkan air cucian ke dalam saringan berkali-kali.
- c. Batu pecah yang tertinggal di saringan dipindahkan ke pan, dan dioven dengan suhu $110^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$.
- d. Keluarkan batu pecah bersih kering dari oven, tunggu hingga dingin lalu timbang beratnya.

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{B-A}{B} \times 100\% \dots\dots\dots (1.8)$$

Keterangan,

A = Berat batu pecah bersih kering

B = Berat batu pecah kering

7. Uji Keausan Batu Pecah

Pengujian keausan batu pecah ini mengacu pada ASTM C 131-89, pengujian ini bertujuan untuk menentukan prosentase keausan batu pecah atau kerikil dengan mesin Los Angeles. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian kebersihan batu pecah terhadap lumpur dengan cara kering, antara lain:

- a. Batu pecah diayak untuk mendapatkan gradasi.
- b. Kemudian timbang batu pecah dengan gradasi tersebut, masing-masing 1250 gram. Jadikan satu batu pecah tersebut dan timbang kembali untuk kontrol beratnya sesuai dengan berat total 5000 gram.
- c. Masukkan batu pecah tersebut Bersama dengan 12 bola baja dan jalankan mesin Los Angeles dengan kecepatan 30 sampai dengan 33 rpm dan diputar sebanyak 500 kali.
- d. Keluarkan batu pecah dari mesin Los Angeles dan ayak dengan ayakan nomer 12.
- e. Batu pecah yang tertinggal di ayakan dicuci sampai bersih, kemudian oven selama 24 jam dengan suhu $110^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$ dengan faktor kehilangan pencucian sebesar 0,2%.
- f. Kemudian keluarkan batu pecah dari oven dan setelah batu pecah dingin timbang beratnya.

$$\text{Keausan} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (1.9)$$

Keterangan,

A = Berat batu pecah sebelum abrasi

B = Berat batu pecah setelah abrasi

C. Pengujian Agregat Halus

1. Analisa Saringan Pasir dan Limbah Keramik

Pengujian analisa saringan pasir dan limbah keramik ini mengacu pada ASTM C 136-93, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi ukuran butir atau gradasi pasir dan limbah keramik, dan menentukan modulus kehalusan pasir dan limbah keramik. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian analisa saringan pasir dan limbah keramik, antara lain:

- a. Timbang pasir dan limbah keramik sebanyak 1000 gram dan keringkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam.
- b. Masukkan pasir dan limbah keramik ke dalam ayakan yang telah disusun, kemudian digetarkan dengan mesin penggetar selama 3 – 5 menit.
- c. Kemudian timbang pasir dan limbah keramik yang tertinggal pada masing-masing ayakan. Periksa berat pasir keseluruhan 1000 gram
- d. Dari hasil ayakan, buat grafik untuk menentukan daerah gradasi butiran pasir dan limbah keramik, serta menentukan modulus kehalusannya.

2. Uji Kadar Air Pasir dan Limbah Keramik

Pengujian kadar air pasir dan limbah keramik ini mengacu pada ASTM C 556-71, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui atau menentukan kadar air pada pasir dan limbah keramik dengan cara kering. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian kadar air pasir dan limbah keramik, antara lain:

- a. Timbang pasir dan limbah keramik dalam keadaan asli sebanyak 1000 gram.
- b. Masukkan pasir dan limbah keramik ke dalam oven selama 24 jam dengan temperatur 110°C + 5°C.
- c. Keluarkan pasir dan limbah keramik dari oven, tunggu hingga dingin kemudian timbang beratnya.

$$\text{Kadar air pasir dan limbah keramik} = \frac{B-A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (1.10)$$

Keterangan,

- A = Berat pasir dan limbah keramik kering oven
- B = Berat pasir dan limbah keramik asli

3. Uji Berat Jenis Pasir dan Limbah Keramik

Pengujian berat jenis pasir dan limbah keramik ini mengacu pada ASTM C 128-93, pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis pasir dan limbah keramik dalam kondisi SSD. Kondisi SSD merupakan keadaan pada agregat dimana tidak terdapat air pada permukaannya, tetapi terisi air pada rongganya sehingga tidak mengakibatkan penambahan maupun pengurangan kadar air dalam beton. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian berat jenis pasir dan limbah keramik, antara lain:

- a. Timbang labu takar.
- b. Kemudian timbang pasir dan limbah keramik dalam keadaan SSD sebanyak 500 gram.
- c. Masukkan pasir dan limbah keramik masing-masing ke dalam labu takar hingga batas kapasitas dan timbang beratnya untuk mengontrol berat pasir. Kemudian isi air sampai penuh dan labu dipegang miring, diputar-putar hingga gelembung udara keluar dan timbang lagi beratnya.
- d. Bersihkan labu takar, labu takar kosong diisi dengan air sampai batas kapasitas dan timbang beratnya.

$$\text{Berat jenis pasir dan limbah keramik} = \frac{A}{A-B+C} \dots\dots\dots (1.11)$$

Keterangan,

- A = Berat pasir atau limbah keramik kondisi SSD
- B = Berat labu takar + pasir atau limbah keramik + air
- C = Berat labu takar + air

4. Uji Berat Volume Pasir dan Limbah Keramik

Pengujian berat volume pasir dan limbah keramik ini mengacu pada ASTM C 29-78, pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume pasir dan limbah keramik. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian berat jenis pasir dan limbah keramik, antara lain:

- a. Tanpa rojokan
 1. Timbang silinder volume 5 liter dalam keadaan kering.
 2. Silinder dengan volume 5 liter diisi pasir atau limbah keramik sampai batas kapasitas dan ratakan permukaannya, kemudian ditimbang beratnya.

b. Dengan rojokan

1. Timbang silinder volume 5 liter dalam keadaan kering.
2. Silinder dengan volume 5 liter diisi pasir atau limbah keramik sampai batas 1/3 bagian dan rojok 25 kali. Kemudian tambah 1/3 bagian lagi dan rojok 25 kali, begitu seterusnya hingga terisi penuh.
3. Ratakan permukaan pasir atau limbah keramik, kemudian ditimbang beratnya.

$$\text{Berat volume pasir dan limbah keramik} = \frac{(B-A)}{V} \text{ kg/liter} \dots\dots\dots (1.12)$$

Keterangan,

- A = Berat silinder
- B = Berat silinder + pasir atau limbah keramik
- V = Volume silinder

5. Uji Resapan Pasir dan Limbah Keramik

Pengujian resapan pasir dan limbah keramik ini mengacu pada ASTM C 128-93, pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air resapan pasir dan limbah keramik. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian resapan pasir dan limbah keramik, antara lain:

- a. Timbang pasir dan limbah keramik dalam keadaan SSD sebanyak 500 gram.
- b. Masukkan ke dalam oven selama 24 jam.
- c. Keluarkan pasir dan limbah keramik dari dalam oven, tunggu dingin kemudian timbang beratnya.

$$\text{Kadar air resapan} = \frac{500-A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (1.13)$$

Keterangan,

- A = Berat pasir atau limbah keramik oven

6. Uji Kebersihan Pasir Terhadap Bahan Organik

Pengujian kebersihan pasir dan limbah keramik terhadap bahan organik ini mengacu pada ASTM C 40-92, pengujian ini bertujuan untuk menentukan kebersihan pasir dan limbah keramik terhadap bahan-bahan organik. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian kebersihan pasir dan limbah keramik terhadap bahan organik, antara lain:

- a. Botol bening 350 cc diisi pasir atau limbah keramik sebanyak 130 cc.
- b. Tambahkan NaOH 3% sebanyak 200 cc, lalu dikocok, setelah itu diamkan selama 24 jam.
- c. Kemudian bandingkan warna yang terjadi dengan warna standar.

7. Uji Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Dengan Cara Basah

Pengujian kebersihan pasir dan limbah keramik terhadap lumpur dengan cara basah ini mengacu pada ASTM C 117-76, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar lumpur dalam pasir dan limbah keramik. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian kebersihan pasir dan limbah keramik terhadap lumpur dengan cara basah, antara lain:

- a. Botol bening 350 cc diisi pasir atau limbah keramik perkiraan setinggi 6 cm.
- b. Tambahkan air hingga botol hamper terisi penuh dan tutup rapat. Botol dikocok-kocok dan diamkan selama 24 jam.
- c. Endapan lumpur yang terjadi diukur tingginya. Kemudian pasir atau limbah keramik yang bersih juga diukur tingginya.

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{h}{H} \times 100\% \dots\dots\dots (1.14)$$

Keterangan,

h = Tinggi lumpur

H = Tinggi pasir dan limbah keramik

8. Uji Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Dengan Cara Kering

Pengujian kebersihan pasir dan limbah keramik terhadap lumpur dengan cara kering ini mengacu pada ASTM C 117-76, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar lumpur dalam pasir dan limbah keramik. Berikut merupakan prosedur dalam pengujian kebersihan pasir dan limbah keramik terhadap lumpur dengan cara kering, antara lain:

- a. Timbang pasir dan limbah keramik kering oven sebanyak 500 gram.
- b. Kemudian cuci pasir dan limbah keramik tersebut hingga bersih, dengan cara mengaduk pasir dan limbah keramik dengan air berkali-kali hingga air tampak bening. Tuangkan air cucian ke dalam saringan berkali-kali.
- c. Pasir dan limbah keramik yang tertinggal di saringan dipindahkan ke pan, dan dioven dengan suhu $110^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$.
- d. Keluarkan pasir dan limbah keramik bersih kering dari oven, tunggu hingga dingin lalu timbang beratnya.

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{B-A}{B} \times 100\% \dots\dots\dots (1.15)$$

Keterangan,

A = Berat pasir dan limbah keramik kering oven

B = Berat pasir dan limbah keramik bersih kerin

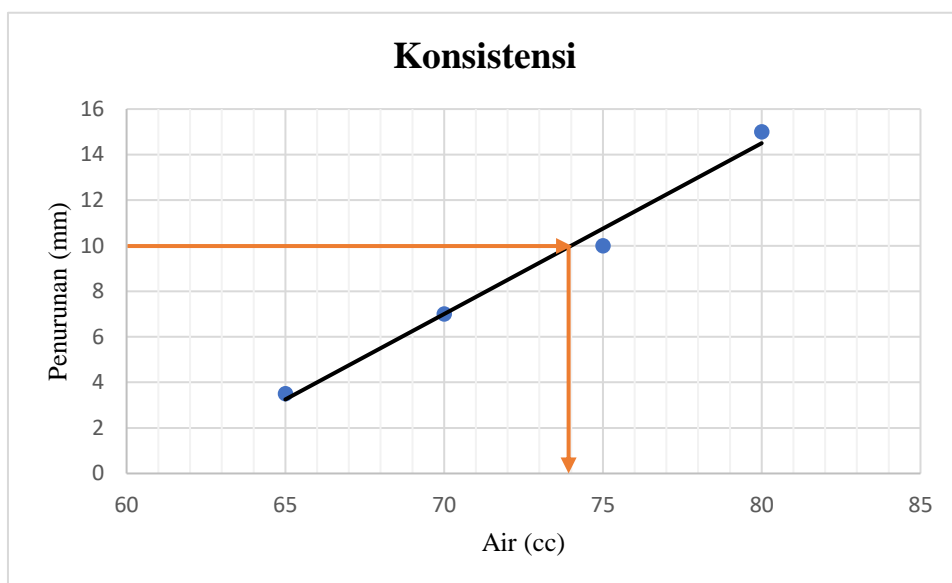
LAMPIRAN 2
HASIL UJI MATERIAL SEMEN

1. Uji Konsistensi Normal

No.	Semen (gr)	Air (cc)	Penurunan Jarum tiap 30 detik (mm)
1	250	65	3,5
2	250	70	7
3	250	75	10
4	250	80	15

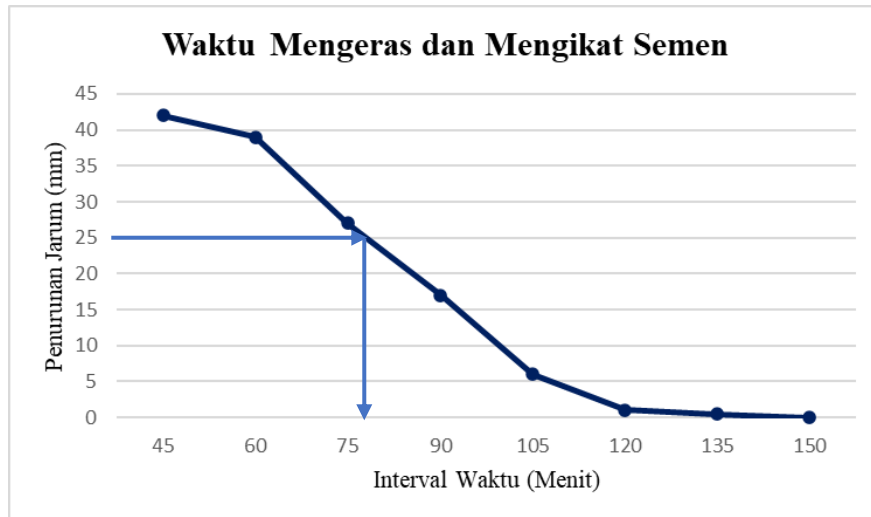
Perhitungan Konsistensi Normal:

$$\text{Konsistensi} = \frac{74}{250} \times 100\% = 29,6\%$$



2. Waktu Mengikat dan Mengeras Semen

No.	Waktu penurunan (mm)	Penurunan (mm)
1	45	42
2	60	39
3	75	27
4	90	17
5	105	6
6	120	1
7	135	0,5
8	150	0



Mengikat pada 77 menit dan mengeras pada 150 menit.

3. Berat Jenis Semen

Berat semen (A)	250
Berat labu + minyak + air (B)	763,9
Berat labu + air (C)	578
Berat jenis semen	3,12

Perhitungan Berat Jenis Semen:

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis} &= \frac{A}{A-(B-C)} \times 0,8 \\ &= \frac{250}{250-(763,9-578)} \times 0,8 = 3,12 \end{aligned}$$

4. Berat Volume Semen

	Dengan rojokan	Tanpa rojokan
Berat silinder (A)	0,9	0,9
Berat silinder + semen (B)	1,96	1,94
Berat semen (B - A)	1,06	1,04
Volume silinder (V)	1	1
Berat volume	1,06	1,04
Berat volume rata-rata	1,05	

Perhitungan Volume Semen:

$$\begin{aligned}\text{Berat volume dengan rojokan} &= \frac{B-A}{V} \\ &= \frac{1,96 - 0,9}{1} = 1,06\end{aligned}$$

$$\text{Berat volume tanpa rojokan} = \frac{1,94 - 0,9}{1} = 1,04$$

$$\text{Berat volume rata-rata} = \frac{1,06 + 1,04}{2} = 1,05$$

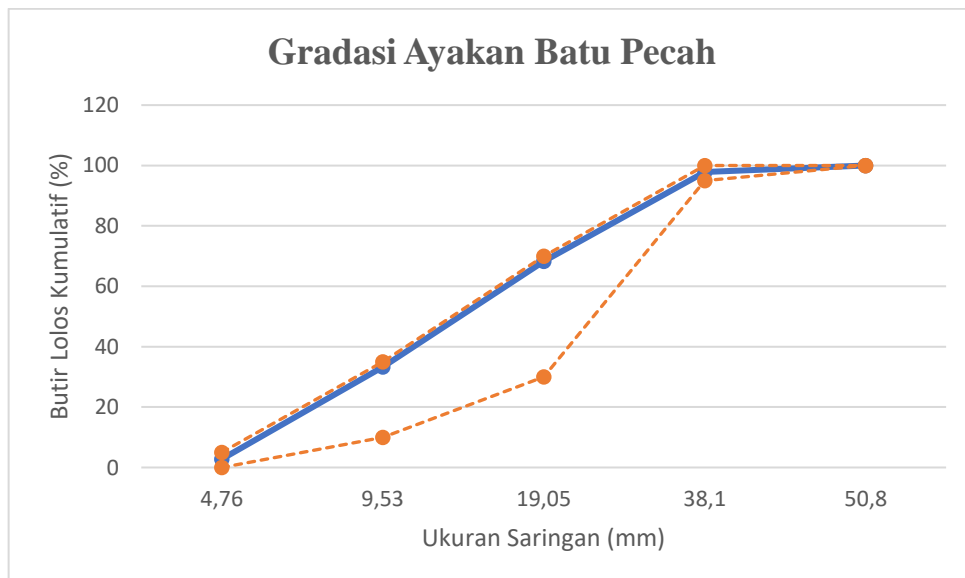
LAMPIRAN 3
HASIL UJI MATERIAL BATU PECAH

1. Analisa Gradasi Batu Pecah

Saringan		Yang tertinggal pada saringan		% Kumulatif	
No	mm	gram	%	Tertinggal	Lolos
3"	50,8	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	759	2,11	2,11	97,89
3/4"	19,05	10650	29,58	31,69	68,31
3/8"	9,53	12590	34,97	66,66	33,34
4	4,76	11000	30,56	97,22	2,78
8	2,38	1001	2,78	100,00	0,00
16	1,19	0	0,00	100,00	0,00
30	0,59	0	0,00	100,00	0,00
50	0,29	0	0,00	100,00	0,00
100	0,15	0	0,00	100,00	0,00
Pan		0	0,00	100,00	0,00
Jumlah		36000	100,00	697,68	
		Modulus Kehalusan =		6,98	

Perhitungan Analisa Gradasi Batu Pecah:

$$\text{Modulus kehalusan} = \frac{\% \text{ Kumulatif tertinggal}}{100} = \frac{697,68}{100} = 6,98$$



Hasil dari grafik gradasi ayakan batu pecah termasuk dalam zona 1.

2. Kadar Air Batu Pecah

Berat batu pecah asli (B)	1000
Berat batu pecah kering oven (A)	990
Kadar air batu pecah	1,01

Perhitungan Kadar Air Batu Pecah:

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{B-A}{A} \times 100\% \\ &= \frac{1000-990}{990} \times 100\% = 1,01\%\end{aligned}$$

3. Berat Jenis Batu Pecah

Berat batu pecah SSD di udara (A)	1000
Berat batu pecah di air (B)	630
Berat jenis batu pecah	2,70

Perhitungan Berat Jenis Batu Pecah:

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis} &= \frac{A}{A-B} \\ &= \frac{1000}{1000-630} = 2,70 \text{ kg/cm}^3\end{aligned}$$

4. Berat Volume Batu Pecah

	Dengan rojokan	Tanpa rojokan
Berat silinder (A)	9,40	9,40
Berat silinder + batu pecah (B)	27,43	29,80
Berat batu pecah (B - A)	18,03	20,4
Volume silinder (V)	10	10
Berat volume	1,80	2,04
Berat volume rata-rata	1,90	

Perhitungan Volume Batu Pecah:

$$\begin{aligned}\text{Berat volume dengan rojokan} &= \frac{B-A}{V} \\ &= \frac{27,43 - 9,40}{10} = 1,80 \text{ kg/lt}\end{aligned}$$

$$\text{Berat volume tanpa rojokan} = \frac{29,80 - 9,40}{10} = 2,04 \text{ kg/lt}$$

$$\text{Berat volume rata-rata} = \frac{1,80 + 2,04}{2} = 1,90 \text{ kg/lit}$$

5. Resapan Batu Pecah

Berat batu pecah SSD	500
Berat batu pecah oven (A)	493,5
Resapan batu pecah	1,32

Perhitungan Resapan Batu Pecah:

$$\begin{aligned} \text{Resapan} &= \frac{500 - A}{A} \times 100\% \\ &= \frac{500 - 493,5}{493,5} \times 100\% = 1,32\% \end{aligned}$$

6. Kebersihan Batu Pecah Terhadap Lumpur Dengan Cara Kering

Berat batu pecah kering (B)	1000
Berat batu pecah bersih kering (A)	998
Kadar lumpur	0,20

Perhitungan Kadar Lumpur Batu Pecah:

$$\begin{aligned} \text{Kadar lumpur} &= \frac{B - A}{B} \times 100\% \\ &= \frac{1000 - 998}{1000} \times 100\% = 0,20\% \end{aligned}$$

7. Keausan Batu Pecah Dengan Mesin Los Angeles

Berat batu pecah sebelum abrasi (A)	5000
Berat batu pecah setelah abrasi (B)	4070
Keausan batu pecah	18,60

Perhitungan Keausan Batu Pecah:

$$\begin{aligned} \text{Keausan} &= \frac{A - B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{5000 - 4070}{5000} \times 100\% = 18,60\% \end{aligned}$$

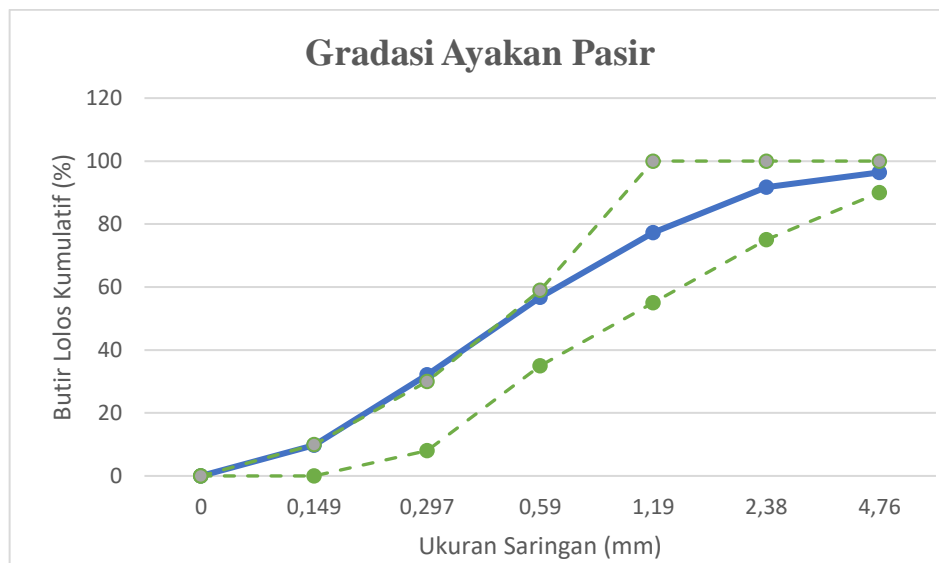
LAMPIRAN 4
HASIL UJI MATERIAL PASIR

1. Analisa Gradasi Pasir

Saringan		Yang tertinggal pada saringan		% Kumulatif	
No	mm	Gram	%	Tertinggal	Lolos
4	4,76	36	3,6	3,6	96,4
8	2,38	47	4,7	8,3	91,7
16	1,19	144	14,4	22,7	77,3
30	0,59	206	20,6	43,3	56,7
50	0,297	246	24,6	67,9	32,1
100	0,149	223	22,3	90,2	9,8
Pan		98	9,8	100,0	0,0
Jumlah		1000	100	236	
		Modulus kehalusan =		2,36	

Perhitungan Analisa Gradasi Pasir:

$$\text{Modulus kehalusan} = \frac{\% \text{ Kumulatif tertinggal}}{100} = \frac{236}{100} = 2,36$$



Hasil dari grafik gradasi ayakan pasir termasuk dalam zona 2.

2. Kadar Air Pasir

Berat asli pasir (B)	1000
Berat pasir oven (A)	970
Kadar air pasir	3,10

Perhitungan Kadar Air Pasir:

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{B-A}{A} \times 100\% \\ &= \frac{1000-970}{970} \times 100\% = 3,10\%\end{aligned}$$

3. Berat Jenis Pasir

Berat pasir SSD (A)	500
Berat labu + pasir + air (B)	775
Berat labu + air (C)	465
Berat jenis pasir	2,63

Perhitungan Berat Jenis Pasir:

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis} &= \frac{A}{A - B + C} \\ &= \frac{500}{500 - 775 + 465} = 2,63 \text{ kg/cm}^3\end{aligned}$$

4. Berat Volume Pasir

	Dengan rojokan	Tanpa rojokan
Berat silinder (A)	3,80	3,80
Berat silinder + pasir (B)	8,80	7,80
Berat pasir (B - A)	5	5
Volume silinder (V)	3	3
Berat volume	1,67	1,33
Berat volume rata-rata	1,50	

Perhitungan Volume Pasir:

$$\begin{aligned}\text{Berat volume dengan rojokan} &= \frac{B-A}{V} \\ &= \frac{8,80 - 3,80}{3} = 1,67 \text{ kg/lt}\end{aligned}$$

$$\text{Berat volume tanpa rojokan} = \frac{7,80 - 3,80}{10} = 1,33 \text{ kg/lt}$$

$$\text{Berat volume rata-rata} = \frac{1,67 + 1,33}{2} = 1,50 \text{ kg/lt}$$

5. Resapan Pasir

Berat pasir SSD	500
Berat pasir oven (A)	490
Resapan pasir	2,04

Perhitungan Resapan Batu Pecah:

$$\begin{aligned}\text{Resapan} &= \frac{500 - A}{A} \times 100\% \\ &= \frac{500 - 490}{490} \times 100\% = 2,04\%\end{aligned}$$

6. Kadar Organik Pasir



Kadar organik pasir yaitu berada pada nomor 2 dan berwarna kuning muda

7. Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Dengan Cara Basah

Tinggi lumpur (h)	0,10
Tinggi pasir (H)	6
Kadar lumpur	1,67

Perhitungan Kadar Lumpur Pasir:

$$\begin{aligned}\text{Kadar lumpur} &= \frac{h}{H} \times 100\% \\ &= \frac{0,10}{6} \times 100\% = 1,67\%\end{aligned}$$

8. Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Dengan Cara Kering

Berat pasir kering oven (B)	500
Berat pasir bersih kering oven (A)	492
Kadar lumpur	1,60

Perhitungan Kadar Lumpur Pasir:

$$\begin{aligned}\text{Kadar lumpur} &= \frac{B - A}{B} \times 100\% \\ &= \frac{500 - 492}{500} \times 100\% = 1,60\%\end{aligned}$$

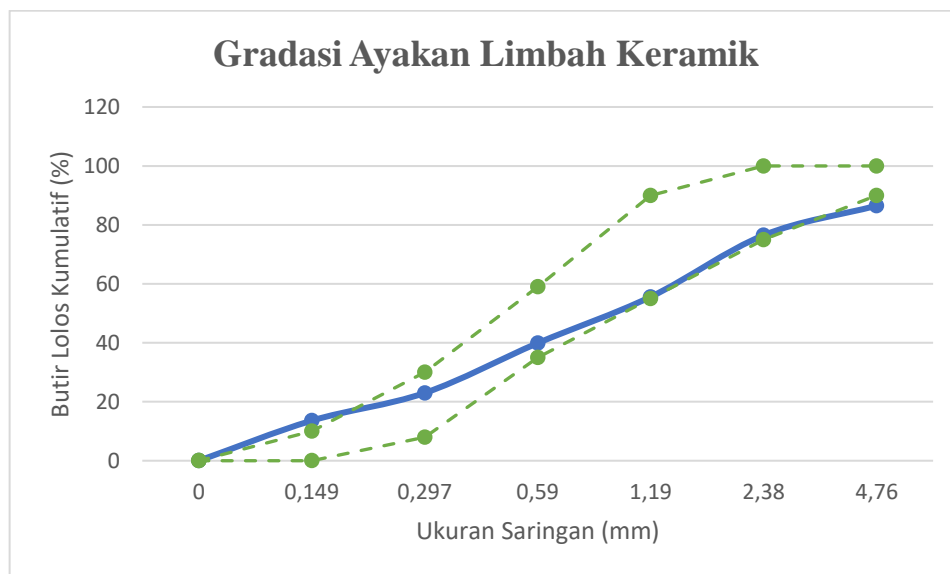
LAMPIRAN 5
HASIL UJI MATERIAL LIMBAH KERAMIK

1. Analisa Gradasi Limbah Keramik

Saringan		Yang tertinggal pada saringan		% Kumulatif	
No	mm	Gram	%	Tertinggal	Lolos
4	4,76	135	13,5	13,5	86,5
8	2,38	100	10	23,5	76,5
16	1,19	209	20,9	44,4	55,6
30	0,59	157	15,7	60,1	39,9
50	0,297	169	16,9	77,0	23,0
100	0,149	94	9,4	86,4	13,6
Pan		136	13,6	100,0	0,0
Jumlah		1000	100	304,9	
		Modulus kehalusan=		3,05	

Perhitungan Analisa Gradasi Limbah Keramik:

$$\text{Modulus kehalusan} = \frac{\% \text{ Kumulatif tertinggal}}{100} = \frac{304,9}{100} = 3,05$$



Hasil dari grafik gradasi ayakan limbah keramik termasuk dalam zona 2.

2. Kadar Air Limbah Keramik

Berat asli limbah keramik (B)	1000
Berat limbah keramik oven (A)	995
Kadar air limbah keramik	0,5

Perhitungan Kadar Air Limbah Keramik:

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{B-A}{A} \times 100\% \\ &= \frac{1000-995}{995} \times 100\% = 0,5\%\end{aligned}$$

3. Berat Jenis Limbah Keramik

Berat limbah keramik (A)	250
Berat labu + keramik + air (B)	836
Berat labu + air	679
Berat jenis limbah keramik	2,69

Perhitungan Berat Jenis Limbah Keramik:

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis} &= \frac{A}{A - B + C} \\ &= \frac{250}{250 - 836 + 679} = 2,69 \text{ kg/cm}^3\end{aligned}$$

4. Berat Volume Limbah Keramik

	Dengan rojokan	Tanpa rojokan
Berat silinder (A)	4,71	4,71
Berat silinder + limbah keramik (B)	10,53	10,13
Berat limbah keramik (B - A)	5,83	5,43
Volume silinder (V)	5	5
Berat volume	1,17	1,09
Berat volume rata-rata	1,13	

Perhitungan Volume Limbah Keramik:

$$\begin{aligned}\text{Berat volume dengan rojokan} &= \frac{B-A}{V} \\ &= \frac{10,53 - 4,71}{5} = 1,17 \text{ kg/lt}\end{aligned}$$

$$\text{Berat volume tanpa rojokan} = \frac{10,13 - 4,71}{5} = 1,09 \text{ kg/lt}$$

$$\text{Berat volume rata-rata} = \frac{1,17 + 1,09}{2} = 1,13 \text{ kg/lt}$$

5. Resapan Limbah Keramik

Berat limbah keramik	500
Berat limbah keramik oven (A)	495
Resapan limbah keramik	1,01

Perhitungan Resapan Limbah Keramik:

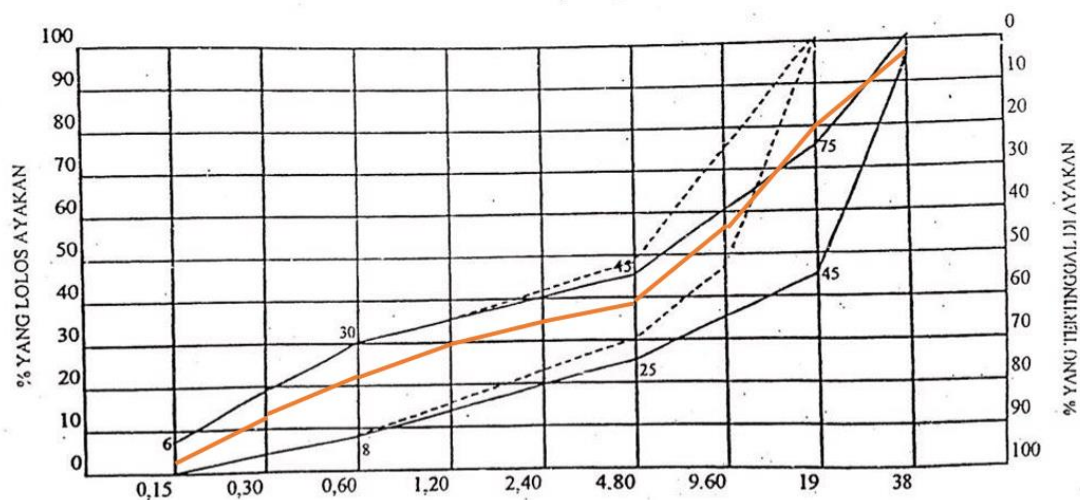
$$\begin{aligned}\text{Resapan} &= \frac{500 - A}{A} \times 100\% \\ &= \frac{500 - 495}{495} \times 100\% = 1,01\%\end{aligned}$$

LAMPIRAN 6
HASIL UJI CAMPURAN PASIR DAN BATU PECAH

1. Analisa Ayakan Campuran Pasir dan Batu Pecah

Lubang Ayakan (mm)	Pasir	Batu Pecah	Campuran Pasir + Batu Pecah		Gradasi Gabungan %
	I Σ %	I Σ %	PS I %	Bp I %	
			38	62	
50,80	100	100	38	62	100
38,10	100	97,89	38	60,69	98,69
19,05	100	68,31	38	42,35	80,35
9,60	100	33,34	38	20,67	58,67
4,76	96,40	2,78	36,63	1,72	38,36
2,38	91,70	0	34,85	0	34,85
1,19	77,30	0	29,37	0	29,37
0,59	56,70	0	21,55	0	21,55
0,297	32,10	0	12,20	0	12,20
0,15	9,80	0	3,72	0	3,72
Pan	0	0	0	0	0
Jumlah					477,76

GRAFIK ANALISA AYAKAN CAMPURAN PASIR DAN BATU PECAH



Hasil dari grafik gradasi ayakan campuran pasir dan batu pecah termasuk dalam zona agregat diameter maksimal 40 mm.

LAMPIRAN 7
HASIL TES KIMIA SEMEN



PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.
South Quarter Tower A Lt. 19-20
Jl. RA Kartini Kav. 8, Jakarta Selatan 12430, Indonesia

p. +62 21 5261174-5
f. +62 21 5261176

CERTIFICATE OF QUALITY (COQ)

PRODUCED BY : TUBAN PLANT

Certificate No : CD202311782 /07/SP

Brand : SprintPro



Date Produce : 01/05/2023
To : 31/05/2023

QUALITY PARAMETERS				PORTLAND CEMENT TYPE I			
I. CHEMICAL COMPOSITION :				UNIT	TESTING METHOD	TEST RESULT	SPECIFICATION
1	Silicon Dioxide	SiO ₂	%	SNI 2049 : 2015	19.23	-	
2	Aluminium Oxide	Al ₂ O ₃	%	SNI 2049 : 2015	5.40	-	
3	Ferric Oxide	Fe ₂ O ₃	%	SNI 2049 : 2015	3.37	-	
4	Calcium Oxide	CaO	%	SNI 2049 : 2015	64.60	-	
5	Magnesium Oxide	MgO	%	SNI 2049 : 2015	2.16	max. 6.00	
6	Sulfur Trioxide	SO ₃	%	SNI 2049 : 2015	2.11	max. 3.00	
7	Loss On Ignition	LOI	%	SNI 2049 : 2015	2.46	max. 5.00	
8	Free Lime	FCaO	%	SNI 2049 : 2015	1.38	-	
9	Insoluble Residue	IR	%	SNI 2049 : 2015	0.44	max. 3.00	
10	Total Alkali	Na ₂ O + 0.658K ₂ O	%	SNI 2049 : 2015	0.45	max. 0.60 *)	
II. PHYSICAL PROPERTIES :							
1	Fineness :						
	- Air permeability test with Blaine App.		m ² /kg	SNI 2049 : 2015	346	min. 280	
2	Time of setting (Vicat test) :						
	- Initial set		minutes	SNI 2049 : 2015	126	min. 45	
	- Final set		minutes	SNI 2049 : 2015	253	max. 375	
3	Compressive strength :						
	- 3 days		kg/cm ²	SNI 2049 : 2015	251	min. 135	
	- 7 days		kg/cm ²	SNI 2049 : 2015	334	min. 215	
	- 28 days		kg/cm ²	SNI 2049 : 2015	457	min. 300	
4	Soundness (Autoclave' s Method) :						
	- Expansion		%	SNI 2049 : 2015	0.037	max. 0.80	
5	False Set, Final penetration		%	SNI 2049 : 2015	63.43	min. 50 **)	
6	Air content of mortar		%	SNI 2049 : 2015	-	max. 12	
7	Specific gravity		g/cm ³	SNI 2049 : 2015	3.1226	-	

We certifying that the cement described above is compliance with specification of SNI 2049:2015 (Type I)

Note :

*) Additional chemical requirements
) Additional physical requirements

TUBAN , 14-JUL-23



SM OF TUBAN & GRESIK QA

In accordance to the regulation applied in PT. Semen Indonesia (Persero), Tbk.
all digitally signed documents no longer need manual signature verification

ACCESSED BY
CHATUR FEBRIANTO, ST.



LAMPIRAN 8
HASIL UJI KUAT TEKAN BETON

Perhitungan Kuat Tekan Beton:

$$f_c' = \frac{P}{A_o}$$

Luas penampang didapatkan:

$$\begin{aligned} A_o &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 150^2 \\ &= 17622,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

1. Hasil Kuat Tekan Beton Normal 0%

No.	Variasi	Tanggal Cor	Tanggal Uji	Umur Beton (Hari)	P (N)	A (mm ²)	Kuat Tekan Hancur f _c ' (N/mm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (N/mm ²)
1.	BN 0%	17 November 2023	24 November 2023	7 hari	385000	17622,5	21,85	20,43
					300000	17622,5	17,02	
					395000	17622,5	22,41	
			01 Desember 2023	14 hari	549000	17622,5	31,15	22,47
					234000	17622,5	13,28	
					405000	17622,5	22,98	
			15 Desember 2023	28 hari	424000	17622,5	24,06	31,13
					636000	17622,5	36,09	
					586000	17622,5	33,25	

2. Hasil Kuat Tekan Beton Variasi 4%

No.	Variasi	Tanggal Cor	Tanggal Uji	Umur Beton (Hari)	P (N)	A (mm ²)	Kuat Tekan Hancur f _c ' (N/mm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (N/mm ²)
2.	4%	17 November 2023	24 November 2023	7 hari	305000	17622,5	17,31	21,22
					365000	17622,5	20,71	
					452000	17622,5	25,65	
			01 Desember 2023	14 hari	481000	17622,5	27,29	25,20
					355000	17622,5	20,14	
					496000	17622,5	28,15	
			15 Desember 2023	28 hari	564000	17622,5	32,00	31,44
					568000	17622,5	32,23	
					530000	17622,5	30,08	

3. Hasil Kuat Tekan Beton Variasi 8%

No.	Variasi	Tanggal Cor	Tanggal Uji	Umur Beton (Hari)	P (N)	A (mm ²)	Kuat Tekan Hancur fc' (N/mm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (N/mm ²)
3.	8%	20 November 2023	27 November 2023	7 hari	397000	17622,5	22,53	22,64
					482000	17622,5	27,35	
					318000	17622,5	18,05	
			04 Desember 2023	14 hari	456000	17622,5	20,20	28,60
					572000	17622,5	32,46	
					484000	17622,5	21,79	
			18 Desember 2023	28 hari	572000	17622,5	25,82	32,67
					579000	17622,5	25,93	
					576000	17622,5	27,01	

4. Hasil Kuat Tekan Beton Variasi 12%

No.	Variasi	Tanggal Cor	Tanggal Uji	Umur Beton (Hari)	P (N)	A (mm ²)	Kuat Tekan Hancur fc' (N/mm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (N/mm ²)
4.	12%	20 November 2023	27 November 2023	7 hari	493000	17622,5	27,98	28,28
					513000	17622,5	29,11	
					489000	17622,5	27,75	
			04 Desember 2023	14 hari	590000	17622,5	33,48	32,89
					520000	17622,5	29,51	
					629000	17622,5	35,69	
			18 Desember 2023	28 hari	668000	17622,5	37,91	39,32
					708000	17622,5	40,18	
					703000	17622,5	39,89	

LAMPIRAN 9
HASIL UJI KUAT TARIK BELAH BETON

Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$$

$$f_{ct} = \frac{2P}{3,14 \times 300 \times 150}$$

$$f_{ct} = \frac{2P}{141300}$$

1. Hasil Kuat Tarik Belah Beton Normal 0%

No.	Variasi	Tanggal Cor	Tanggal Uji	Umur Beton (Hari)	P (N)	πLD (mm ²)	Kuat Tarik Belah ft (N/mm ²)	Kuat Tarik Belah Rata-rata (N/mm ²)
1.	BN 0%	17 November 2023	15 Desember 2023	28 hari	231000	141300	3,27	2,68
					172000	141300	2,43	
					165000	141300	2,34	

2. Hasil Kuat Tarik Belah Beton Variasi 4%

No.	Variasi	Tanggal Cor	Tanggal Uji	Umur Beton (Hari)	P (N)	πLD (mm ²)	Kuat Tarik Belah ft (N/mm ²)	Kuat Tarik Belah Rata-rata (N/mm ²)
2.	4%	17 November 2023	15 Desember 2023	28 hari	172000	141300	2,43	2,48
					182000	141300	2,58	
					173000	141300	2,45	

3. Hasil Kuat Tarik Belah Beton Variasi 8%

No.	Variasi	Tanggal Cor	Tanggal Uji	Umur Beton (Hari)	P (N)	πLD (mm ²)	Kuat Tarik Belah ft (N/mm ²)	Kuat Tarik Belah Rata-rata (N/mm ²)
3.	8%	20 November 2023	18 Desember 2023	28 hari	162000	141300	2,29	2,58
					201000	141300	2,85	
					184000	141300	2,60	

4. Hasil Kuat Tarik Belah Beton Variasi 12%

No.	Variasi	Tanggal Cor	Tanggal Uji	Umur Beton (Hari)	P (N)	πLD (mm ²)	Kuat Tarik Belah ft (N/mm ²)	Kuat Tarik Belah Rata-rata (N/mm ²)
4.	12%	20 November 2023	18 Desember 2023	28 hari	186000	141300	2,63	2,68
					182000	141300	2,58	
					199000	141300	2,82	

LAMPIRAN 10
DOKUMENTASI KEGIATAN

PENGUJIAN MATERIAL



Pengujian Waktu Mengikat dan Mengeras
Semen



Pengujian Berat Volume Semen



Pengujian Analisa Gradasi Batu Pecah



Pengujian Berat Volume Batu Pecah



Pengovenan Batu Pecah



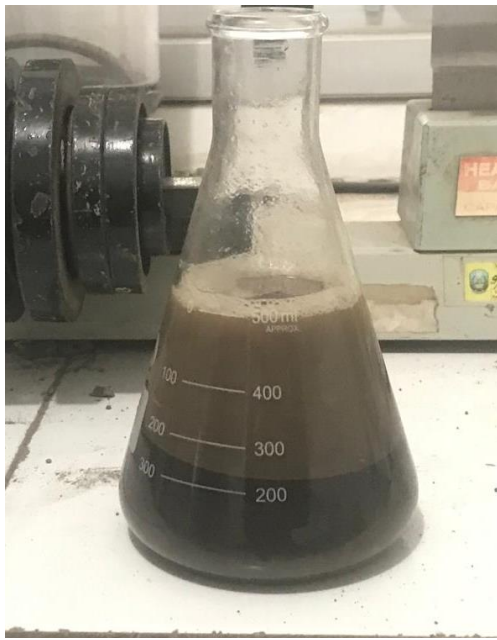
Pengujian Keausan Batu Pecah Dengan
Mesin Los Angeles



Pengujian Analisa Gradasi Pasir



Pengovenan Pasir



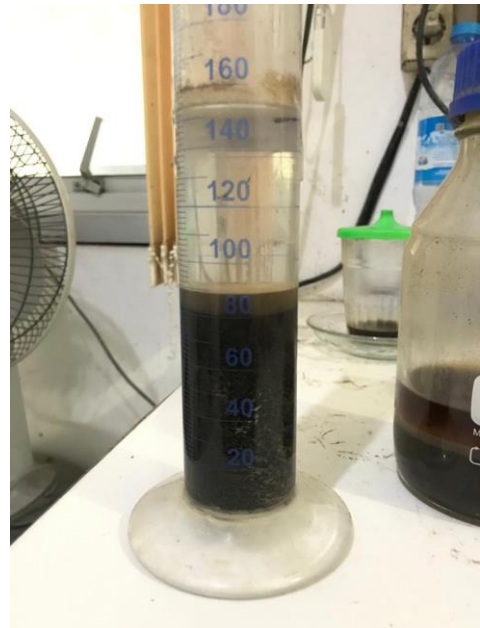
Pengujian Berat Jenis Pasir



Pengujian Berat Volume Pasir



Pengujian Kadar Organik Pasir



Pengujian Kadar Lumpur Pasir



Menghancurkan Limbah Keramik



Limbah Keramik Sebagai Agregat Halus



Analisa Gradasi Limbah Keramik



Pengujian Berat Volume Limbah Keramik

PROSES PEMBUATAN BENDA UJI



Proses Menimbang Material



Proses Pencampuran Material



Pengujian Slump



Proses Perojokan Beton



Proses Mencetak Benda Uji Beton



Proses Curing Benda Uji

UJI KUAT TEKAN BETON



Beton Normal 0%



Beton Prosentase 4%



Beton Prosentase 8%



Beton Prosentase 12%

LAMPIRAN 11
LAIN LAIN

BIODATA PENULIS



Nur Aini Ayu Ismawati, penulis lahir di Surabaya pada tanggal 20 September 2002, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharma Wanita Persatuan Desa Bringkang, MI Miftahul Ulum Sidowungu, SMP Al-Azhar Menganti lulus pada tahun 2017, dan SMA Negeri 1 Menganti lulus pada tahun 2020. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan mengikuti ujian masuk S1 – Universitas Wijaya Kusuma Surabaya dan diterima di Jurusan S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik – Universitas Wijaya Kusuma pada tahun 2020 dan terdaftar dengan NPM 20110029. Penulis lulus dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada tahun 2024. Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan juga bagi penulis sendiri. Apabila ada kesalahan dalam penulisan dan perhitungan adalah murni kesalahan penulis. Untuk itu jika ingin ada yang disampaikan lebih detail dapat menghubungi kontak berikut, *E-mail* : nurainiayu29@gmail.com