



BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Material

Sebelum dilakukan penelitian terlebih dahulu melakukan tahapan pengujian material. Pengujian material dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik, spesifikasi dan mutu dari setiap material yang akan digunakan untuk penelitian. Material yang diuji pada penelitian ini yaitu agregat halus (Pasirayu, Kabupaten Majalengka) dan (Ci Keusik, Kabupaten Majalengka) yang lolos uji saringan no.4 (diameter 4,75 mm). Material agregat halus Pasirayu dapat diperlihatkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Agregat Halus Pasirayu

Material agregat halus Ci Keusik dapat diperlihatkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Agregat Halus Ci Keusik

Pengujian material dan pembuatan benda uji dilakukan pada Laboratorium Beton Universitas Katolik Soegijapranata. Beberapa pengujian material yang dilakukan sebelum penelitian yaitu sebagai berikut:



4.1.1. Analisis saringan agregat halus

Analisis saringan agregat halus (pasir) dilakukan dengan mengacu pada SNI 03-1968-1990. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui gradasi butiran agregat halus dari pasir yang berbeda. Dengan mengetahui gradasi butiran agregat halus, dapat menentukan langkah selanjutnya dalam percobaan ini. Saat hasil gradasi butiran agregat halus tidak memenuhi syarat yang ditetapkan, maka akan dilakukan koreksi dengan cara analisis kombinasi dari beberapa kelompok agregat. Tahapan pengujian analisis agregat halus diperlihatkan pada Lampiran A. Hasil pengujian analisis saringan agregat halus dapat dijabarkan sebagai berikut:

a. Pasir Pasirayu, Kabupaten Majalengka

1. Nomor Saringan = 4

Ukuran Saringan = 4,75

Berat Tertahan = 11

Tertahan = 1,1%

% Tertahan Kumulatif = 1,1%

% Lolos Kumulatif = 100% - 1,1% = 98,9%

2. Nomor Saringan = 8

Ukuran Saringan = 2,36

Berat Tertahan = 64,5%

% Tertahan = $\frac{64,5}{1000} \times 100\% = 6,45\%$

% Tertahan Kumulatif = 1,1% + 6,45% = 7,55%

% Lolos Kumulatif = 100% - 7,55% = 92,45%

3. Nomor Saringan = 16

Ukuran Saringan = 1,18

Berat Tertahan = 145,5

% Tertahan = $\frac{145,5}{1000} \times 100\% = 14,55\%$

% Tertahan Kumulatif = 7,55% + 14,55% = 22,1%

% Lolos Kumulatif = 100% - 22,1% = 77,9%

4. Nomor Saringan = 30

Ukuran Saringan = 0,6



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

Berat Tertahan = 211,5

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{211,5}{1000} \times 100\% = 21,15\%$$

$$\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 14,55\% + 21,15\% = 43,25\%$$

$$\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 43,25\% = 56,75\%$$

5. Nomor Saringan = 50

Ukuran Saringan = 0,3

Berat Tertahan = 337,5

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{337,5}{1000} \times 100\% = 33,75\%$$

$$\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 43,25\% + 33,75\% = 77\%$$

$$\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 77\% = 23\%$$

6. Nomor Saringan = 100

Ukuran Saringan = 0,15

Berat Tertahan = 222,5

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{222,5}{1000} \times 100\% = 22,25\%$$

$$\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 77\% + 22,25\% = 99,25\%$$

$$\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 99,25\% = 0,75\%$$

7. Nomor Saringan = 200

Ukuran Saringan = 0,075

Berat Tertahan = 4

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{4}{1000} \times 100\% = 0,4\%$$

$$\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 99,25\% + 0,4\% = 99,65\%$$

$$\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 99,65\% = 0,35\%$$

8. Nomor Saringan = pan

Berat Tertahan = 3,5

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{3,5}{1000} \times 100\% = 0,35\%$$

$$\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 99,65\% + 0,35\% = 100\%$$

$$\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 100\% = 0\%$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tertahan Kumulatif} &= 1,1 + 7,55 + 22,1 + 43,25 + 77 + 99,25 + 99,65 \\ &+ 100 \end{aligned}$$



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

$$= 250,25\%$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus Kehalusan} &= \frac{\text{Jumlah Tertahan Kumulatif}}{100\%} \\ &= \frac{250,25\%}{100\%} \\ &= 2,50 \end{aligned}$$

Berat dari pengujian analisis saringan agregat halus dapat diperlihatkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus

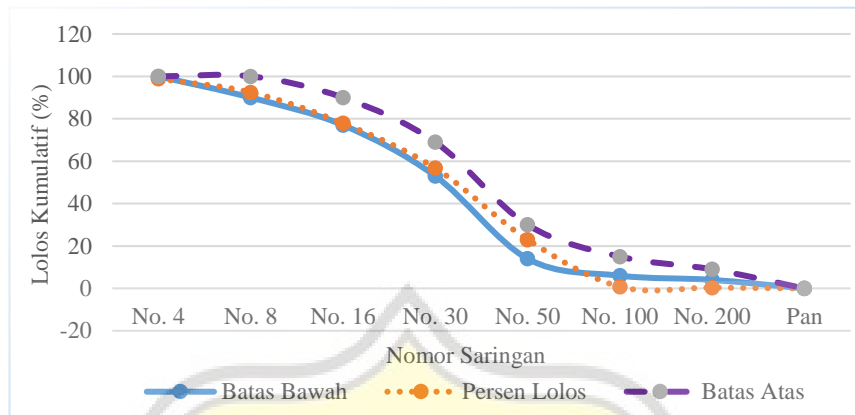
Hasil timbangan dari agregat halus yang lolos berbagai macam diameter saringan kemudian dicatat dalam tabel data. Data pengujian analisis saringan agregat halus Pasirayu dapat diperlihatkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Pasirayu

	No Saringan	Ukuran Ayakan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Tertahan (%)	Tertahan Kumulatif (%)	Lolos Kumulatif (%)
1	No. 4	4,75	11	1,1	1,1	98,9
2	No. 8	2,36	64,5	64,5	7,55	92,45
3	No. 16	1,18	145,5	14,55	22,1	77,9
4	No. 30	0,6	211,5	21,15	43,25	56,75
5	No. 50	0,3	337,5	33,75	77	23
6	No. 100	0,15	222,5	22,25	99,25	0,75
7	No. 200	0,075	4	0,4	99,65	0,35
8	Pan		3,5	0,35	100	0
	Total Berat		1000		250,25	
	Modulus Kehalusan				2,50	



Grafik gradasi agregat halus Pasirayu dapat diperlihatkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Grafik Gradasi Agregat Halus Pasirayu

Berdasarkan Gambar 4.4. menunjukkan garis persen lolos agregat halus Pasirayu berada diantara dua garis lainnya yaitu garis batas bawah dan garis batas atas. Menurut BSN (1990), gradasi agregat halus termasuk medium dengan nilai modulus kehalusan diantara 2,0 – 2,9. Agregat halus Pasirayu memiliki modulus yang halus yaitu dengan nilai 2,5 yang berarti termasuk gradasi sedang dan termasuk kategori agregat halus yang baik dan dapat digunakan campuran mortar secara gradasi ukuran agregat halus. Hasil pengujian analisis saringan agregat halus Ci Keusik dapat dijabarkan sebagai berikut:

b. Pasir Ci Keusik, Kabupaten Majalengka

1. Nomor Saringan = 4

Ukuran Saringan = 4,75

Berat Tertahan = 115,1

Tertahan = 11,51%

% Tertahan Kumulatif = 11,51%

% Lolos Kumulatif = 100% - 11,51% = 88,49%

2. Nomor Saringan = 8

Ukuran Saringan = 2,36

Berat Tertahan = 214,4%

% Tertahan = $\frac{214,4}{1000} \times 100\% = 21,44\%$

% Tertahan Kumulatif = 11,51% + 21,44% = 32,95%

% Lolos Kumulatif = 100% - 32,95% = 67,05%



3. Nomor Saringan = 16

Ukuran Saringan = 1,18

Berat Tertahan = 254

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{254}{1000} \times 100\% = 25,4\%$$

$$\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 21,44\% + 25,95\% = 58,35\%$$

$$\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 58,35\% = 41,65\%$$

4. Nomor Saringan = 30

Ukuran Saringan = 0,6

Berat Tertahan = 233,9

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{233,9}{1000} \times 100\% = 23,39\%$$

$$\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 58,35\% + 23,39\% = 81,74\%$$

$$\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 81,74\% = 18,26\%$$

5. Nomor Saringan = 50

Ukuran Saringan = 0,3

Berat Tertahan = 139,9

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{139,9}{1000} \times 100\% = 13,99\%$$

$$\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 81,74\% + 13,99\% = 95,73\%$$

$$\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 95,73\% = 4,27\%$$

6. Nomor Saringan = 100

Ukuran Saringan = 0,15

Berat Tertahan = 37,3

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{37,3}{1000} \times 100\% = 3,73\%$$

$$\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 95,73\% + 3,73\% = 99,46\%$$

$$\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 99,46\% = 0,54\%$$

7. Nomor Saringan = 200

Ukuran Saringan = 0,075

Berat Tertahan = 0,4

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{0,4}{1000} \times 100\% = 0,04\%$$

$$\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 99,46\% + 0,04\% = 99,5\%$$



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

$$\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 99,5\% = 0,5\%$$

8. Nomor Saringan = pan

$$\text{Berat Tertahan} = 5$$

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{5}{1000} \times 100\% = 0,5\%$$

$$\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 99,5\% + 0,5\% = 100\%$$

$$\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 100\% = 0\%$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tertahan Kumulatif} &= 11,51 + 32,95 + 58,35 + 81,74 + 95,73 + 99,46 \\ &\quad + 99,5 + 100 \\ &= 379,74\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus Kehalusan} &= \frac{\text{Jumlah Tertahan Kumulatif}}{100\%} \\ &= \frac{379,74\%}{100\%} \\ &= 3,80 \end{aligned}$$

Berat dari pengujian analisis saringan agregat halus dapat diperlihatkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus

Hasil timbangan dari agregat halus yang lolos dari berbagai macam diameter saringan kemudian dicatat dalam tabel data dan dianalisis perbandingan gradasi agregat halus tersebut. Data pengujian analisis saringan agregat halus Ci Keusik dapat diperlihatkan pada Tabel 4.2.

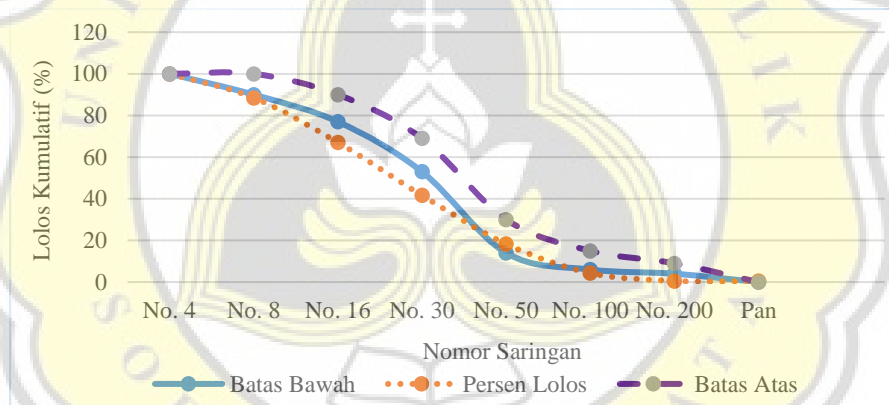


TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Ci Keusik

	No Saringan	Ukuran Ayakan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Tertahan (%)	Tertahan Kumulatif (%)	Lolos Kumulatif (%)
1	No. 4	4,75	115,1	11,51	11,51	88,49
2	No. 8	2,36	214,4	21,44	32,95	67,05
3	No. 16	1,18	254	25,4	58,35	41,65
4	No. 30	0,6	233,9	23,39	81,74	18,26
5	No. 50	0,3	139,9	13,99	95,73	4,27
6	No. 100	0,15	37,3	3,73	99,46	0,54
7	No. 200	0,075	0,4	0,04	99,5	0,5
8	Pan		5	0,5	100	0
	Total Berat		1000		379,74	
	Modulus Kehalusan				3,80	

Grafik gradasi agregat halus Ci Keusik dapat diperlihatkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Grafik Gradasi Agregat Halus Ci Keusik

Berdasarkan Gambar 4.6. menunjukkan garis persen lolos agregat halus Ci Keusik masih menyinggung garis lainnya yaitu garis batas bawah. Menurut BSN (1990), gradasi agregat halus termasuk sangat kasar dengan nilai modulus kehalusan $>3,5$. Agregat halus Ci Keusik memiliki modulus halus 3,8 yang berarti termasuk gradasi sedang dan termasuk kategori agregat halus yang sangat kasar untuk dijadikan campuran mortar.

4.1.2. Pengujian kadar lumpur

Pengujian kadar lumpur pada agregat halus bertujuan untuk mengetahui presentase kadar lumpur dalam agregat halus sebagai syarat untuk bahan konstruksi. Pengujian



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

kadar lumpur pada penelitian ini menggunakan pasir Ci Keusik dan Pasirayu yang dilakukan dengan agregat halus yang belum di cuci dan agregat halus yang telah di cuci. Metode pengujian agregat halus yang dilakukan mengacu pada SNI-2834-2000 mengisyaratkan bahwa kadar lumpur yang terdapat dalam suatu campuran agregat halus tidak boleh melebihi 5% (terhadap berat kering) karena dapat mempengaruhi kekuatan campuran bahan. Langkah-langkah untuk melakukan pengujian dapat dilihat pada Lampiran. Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur mendapatkan hasil :

a. Pasir Pasirayu, Kabupaten Majalengka

Hasil dari pengujian kadar lumpur kemudian dapat dihitung menggunakan rumus (2.1)

1. Hasil uji kadar lumpur pada agregat halus yang belum dicuci:

$$W_3 = \frac{500-390}{500} \times 100\%$$

$$W_3 = 22 \%$$

Jadi kadar lumpur pada agregat halus yang belum dicuci sebesar 22 %

2. Hasil uji kadar lumpur pada agregat halus yang telah dicuci:

$$W_3 = \frac{500-457}{500} \times 100\%$$

$$W_3 = 8,6 \%$$

Jadi kadar lumpur pada agregat halus yang telah dicuci sebesar 8,6 %

Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus Pasirayu dapat diperlihatkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Pasirayu

Keterangan	Pasir yang belum dicuci	Pasir yang telah dicuci
Berat awal (gram)	500	500
Berat akhir (gram)	390	457
Kadar lumpur (%)	22	8,6

Dari hasil pengujian kadar lumpur agregat halus Pasirayu yang dilaksanakan di laboratorium bahan mendapatkan hasil kandungan lumpur sebanyak 8,6% yang



berarti kandungan lumpur melebihi 5% yang merupakan syarat bahan untuk membuat mortar.

b. Pasir Ci Keusik, Kabupaten Majalengka

Hasil dari pengujian kadar lumpur kemudian dapat dihitung menggunakan rumus (2.1)

1. Hasil uji kadar lumpur pada agregat halus yang belum dicuci :

$$W_3 = \frac{500-432}{500} \times 100\%$$

$$W_3 = 13,6 \%$$

Jadi kadar lumpur pada agregat halus yang belum dicuci sebesar 13,6 %

2. Hasil uji kadar lumpur pada agregat halus yang telah dicuci :

$$W_3 = \frac{500-479}{500} \times 100\%$$

$$W_3 = 4,2 \%$$

Jadi kadar lumpur pada agregat halus yang telah dicuci sebesar 4,2 %

Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus Ci Keusik dapat diperlihatkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Ci Keusik

Keterangan	Pasir yang belum dicuci	Pasir yang telah dicuci
Berat awal (gram)	500	500
Berat akhir (gram)	432	479
Kadar lumpur (%)	13,6	4,2

Hasil pengujian kadar lumpur pasir Ci Keusik memiliki kandungan lumpur sebanyak 4,2% yang berarti kandungan lumpur tidak melebihi 5% yang merupakan syarat bahan untuk membuat mortar.

4.1.3. Pengujian *Saturated Surface Dry* (SSD)

Pengujian *Saturated Surface Dry* (SSD) menggunakan SNI 1970-2008. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pasir uji termasuk dalam jenis SSD kering, basah atau ideal. Pengujian SSD ini berfungsi untuk mengetahui pasir sudah sesuai



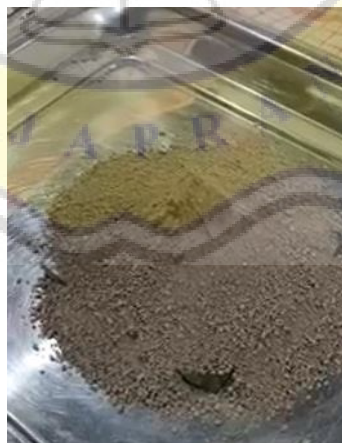
TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

campuran adukan mortar, yang berhubungan dengan sedikit atau banyaknya air yang dikandung oleh pasir tersebut. Agregat halus yang diuji merupakan pasir yang telah bersih dari lumpur dan dikeringkan. Peralatan yang dibutuhkan dalam melakukan pengujian SSD yaitu kerucut terpancung, alat penumbuk dan alas kaca. Kerucut terpancung memiliki ukuran 4,5 cm untuk diameter atas, diameter bawah 9 cm dan sebagai tinggi 7 cm. Alas kaca yang digunakan berbentuk persegi dengan sisi berukuran 12 cm dan tebal 1 cm. Peralatan pengujian *Saturated Surface Dry* (SSD) dapat diperlihatkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Peralatan Pengujian *Saturated Surface Dry* (SSD)

Hasil dari pengujian SSD agregat halus Pasirayu yang telah runtuh dari dalam corong SSD pasir yang diperlihatkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Runtuhan Pasir Pasirayu

Hasil dari analisis pengujian SSD agregat halus Ci Keusik dapat diperlihatkan pada Gambar 4.9.

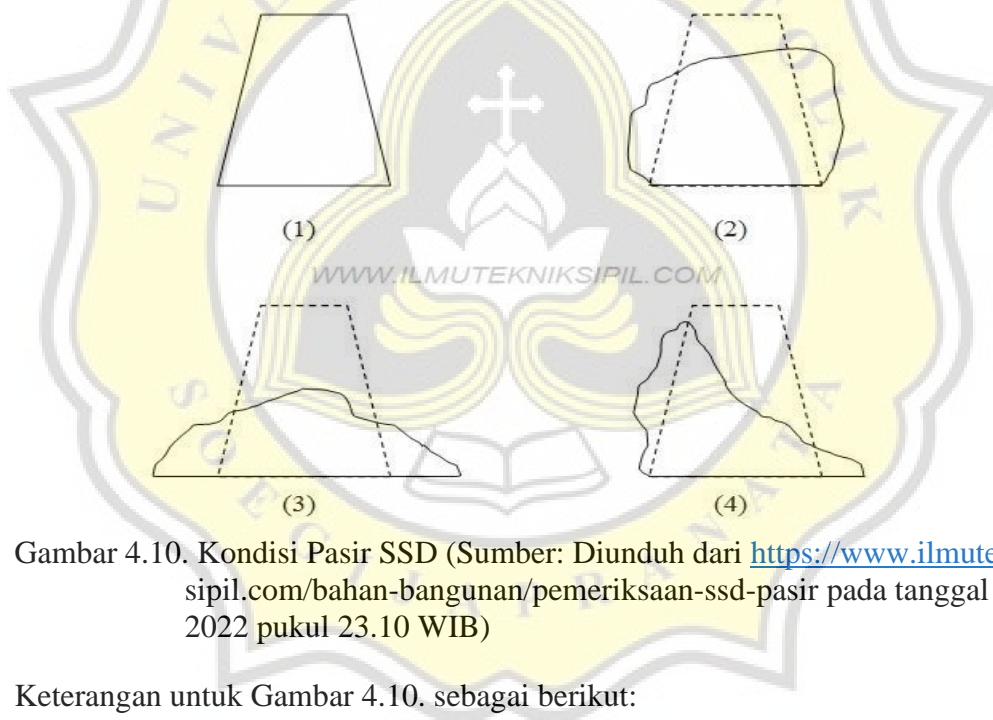


TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)



Gambar 4.9. Runtuhan Pasir Ci Keusik

Setelah mengetahui hasil dari pengujian SSD agregat halus Pasirayu dan Ci Keusik, untuk kriteria pasir SSD dapat diperlihatkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Kondisi Pasir SSD (Sumber: Diunduh dari <https://www.ilmutekniksipil.com/bahan-bangunan/pemeriksaan-ssd-pasir> pada tanggal 29 Juli 2022 pukul 23.10 WIB)

Keterangan untuk Gambar 4.10. sebagai berikut:

1. Corong SSD,
2. Agregat halus kondisi basah,
3. Agregat halus kondisi kering,
4. Agregat halus kondisi SSD.

Menurut hasil pengamatan pada pengujian *Saturated Surface Dry* (SSD) menggunakan corong SSD, apabila hasil runtuh agregat halus sebagian berarti menandakan agregat halus tersebut termasuk kedalam kondisi agregat halus SSD.



Berdasarkan hasil pengujian material agregat halus, pasir Ci Keusik dapat disimpulkan lebih baik dibandingkan pasir Pasirayu karena kadar lumpur pasir Ci keusik memenuhi kriteria dari pasir baik yaitu kadar lumpur $< 5\%$ dan gradasi pasir yang lebih kasar. Pasir Pasirayu dapat dikatakan pasir tidak baik karena kadar lumpur $> 5\%$ sehingga belum memenuhi kriteria pasir baik dan gradasi butirannya yang sangat halus sekali.

4.2. Perencanaan Campuran Mortar (*Mix Design*)

Setelah beberapa pengujian material yang akan digunakan untuk membuat benda uji. Langkah selanjutnya menentukan komposisi perbandingan mortar (*mix design*). Perencanaan komposisi mortar (*mix design*) mengacu pada SNI 03-6825-2002. Perbandingan semen dan agregat halus yang digunakan menurut masukan dari penelitian sebelumnya yaitu 1 : 5 dengan menggunakan semen merk Gresik.

Perencanaan pembuatan benda uji kubus dengan ukuran $5\text{ cm} \times 5\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ yaitu dengan menggunakan pasir 210 gram, semen 40 gram. Kemudian dengan bahan tambah *silica fume* 0%, 5%, 15% dan 25% dari berat semen. Sedangkan untuk membuat benda uji plat mortar dengan ukuran $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 2\text{ cm}$ memerlukan pasir 33,6 kg, semen 6,2 kg. Kemudian dengan bahan tambah *silica fume* 0%, 5%, 15% dan 25% dari berat semen.

Contoh perhitungan *mix design* mortar dapat dijabarkan sebagai berikut:

a. Volume Mortar

$$\begin{aligned}\text{Volume mortar} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 1,00 \times 1,00 \times 0,020 \\ &= 0,020\text{ m}^3\end{aligned}$$

(Melebihkan 30% untuk mengisi sudut dan permukaan mortar)

$$\begin{aligned}\text{Volume mortar} &= 0,020 + (0,020 \times 0,30) \\ &= 0,0260\text{ m}^3\end{aligned}$$

(Melebihkan 25% dari volume kering)

$$\begin{aligned}\text{Volume kering} &= 0,0260 + (0,0260 \times 0,25) \\ &= 0,0325\text{ m}^3\end{aligned}$$



b. Kebutuhan Semen

$$\begin{aligned} &= \frac{(\text{Volume Kering} \times \text{Perbandingan Semen})}{\text{Jumlah Perbandingan}} \div \text{Volume Satu Zak Semen} \\ &= \frac{(0,0325 \times 1)}{6} \div 0,035 \\ &= 0,155 \text{ zak semen} \\ &= 7,738 \text{ kg} = 7,7 \text{ kg} \\ &(\text{Satu zak semen} = 0,035 \text{ m}^3) \end{aligned}$$

c. Kebutuhan Pasir

$$\begin{aligned} &= \frac{(\text{Volume Kering} \times \text{Perbandingan Pasir})}{\text{Jumlah Perbandingan}} \times \text{Kepadatan Pasir} \\ &= \frac{(0,0325 \times 5)}{6} \times 1550 \\ &= 33,583 \text{ kg} = 33,6 \text{ kg} \\ &(\text{Kepadatan pasir kering} = 1550 \text{ kg/m}^3) \end{aligned}$$

4.3. Pembuatan Benda Uji Mortar

Setelah perencanaan menyelesaikan tahap perencanaan mortar (*Mix Design*) tahapan selanjutnya yaitu pembuatan benda uji mortar kubus dengan acuan SNI-03-6825-2002.

4.3.1. Benda uji kubus mortar

Pembuatan benda uji mortar akan dilakukan menjadi beberapa tahapan. Pada pembuatan benda uji mortar ini menggunakan 2 jenis pasir yaitu pasir galian Pasirayu dan pasir sungai Ci Keusik dari Kabupaten Majalengka yang mempunyai kadar lumpur tinggi tidak memenuhi syarat dan kadar lumpur memenuhi syarat dengan menggunakan bahan tambah berupa *silica fume* untuk meningkatkan kuat tekan dan minim keretakan pada mortar. Jumlah benda uji mortar yang akan dibuat berjumlah 72 benda uji kubus mortar dengan umur yang berbeda yaitu 7, 14 dan 28 hari dengan komposisi takaran *silica fume* yang berbeda yaitu 5%, 15% dan 25%. Komposisi pembuatan mortar kubus dapat diperlihatkan pada Tabel 4.5.



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

Tabel 4.5. Komposisi Mortar Kubus

No	Jenis Pasir	Berat Pasir (gr)	Berat Semen (gr)	Volume Air (ml)	<i>Silica Fume</i> (gr)	Jumlah Benda Uji
1	Pasirayu	270	54	32,5	0	9
2		270	54	32,5	2,7	9
3		270	54	32,5	8,1	9
4		270	54	32,5	13,5	9
5	Ci Keusik	270	54	32,5	0	9
6		270	54	32,5	2,7	9
7		270	54	32,5	8,1	9
8		270	54	32,5	13,5	9
Total						72

4.3.2. Benda uji plat mortar

Pembuatan benda uji mortar plat akan dilakukan menjadi beberapa tahapan. Pada pembuatan benda uji ini menggunakan 2 jenis pasir yaitu pasir galian dan pasir sungai dari Kabupaten Majalengka yang mempunyai kadar lumpur tinggi dan kadar lumpur rendah dengan menggunakan penambahan *silica fume* untuk meningkatkan kuat tekan dan minim keretakan pada mortar. Jumlah benda uji mortar yang akan dibuat berjumlah 8 plat mortar dengan umur 7 hari dengan komposisi takaran *silica fume* yang berbeda. Komposisi pembuatan plat mortar dapat diperlihatkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Komposisi Plat Mortar

No	Jenis Pasir	Berat Pasir (gr)	Berat Semen (gr)	Volume Air (ml)	<i>Silica Fume</i> (gr)	Jumlah Benda Uji
1	Pasirayu	33600	7740	3720	0	1
2		33600	7740	3720	387	1
3		33600	7740	3720	1161	1
4		33600	7740	3720	1935	1
5	Ci Keusik	33600	7740	3720	0	1
6		33600	7740	3720	387	1
7		33600	7740	3720	1161	1
8		33600	7740	3720	1935	1
Total						8



4.4. Perawatan Benda Uji (*Curing*)

Perawatan benda uji (*curing*) dilakukan setelah benda uji selesai dibuat agar mortar tersebut tidak cepat retak karena kehilangan air terlalu cepat yang terjadi karena penguapan dan sebagai tindakan untuk menjaga suhu mortar agar mencapai mutu mortar yang diinginkan. *Curing* hanya bisa dilakukan setelah proses *finishing* mortar dan sekitar 24 jam setelah mortar tersebut kering. Menurut SNI 03-2847-2002 ditulis bahwa syarat *curing* untuk beton atau mortar normal yaitu selama 7 hari. Pada benda uji kubus *curing* dilakukan dengan cara merendam benda uji ke dalam sebuah bak berisi air tawar bersih. Setelah direndam bak tersebut ditutup agar tidak adanya kotoran yang masuk dan mempengaruhi mortar rendaman. Proses *curing* dapat diperlihatkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Proses *Curing* Benda Uji Mortar Kubus

4.5. Hasil Analisis Uji Keretakan dan Uji Kuat Tekan

Analisis keretakan pada benda uji plat mortar dilakukan setelah plat mortar diletakkan di ruangan tertutup dengan menggunakan bantuan kipas angin sebagai alat untuk membantu mempercepat proses pengeringan agar mudah terjadi penyusutan (*shrinkage*). Analisis pengujian kuat tekan kubus mortar dilakukan pada umur 7, 14 dan 28 hari setelah benda uji dikeluarkan dari bak rendam dengan selang 1 hari untuk proses pengeringan. Pengujian kuat tekan kubus mortar mengacu pada SNI 03-6825-2002. Agar hasil retak halus yang timbul pada benda uji plat mortar lebih terlihat maka digunakan alat berupa *portable scanner* dan pada pengujian kuat tekan mortar kubus menggunakan alat *compression testing machine*.



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

Hasil pengujian kuat tekan mortar kubus menggunakan alat *compression testing machine* akan memberikan hasil nilai dari kuat tekan mortar dengan satuan kilo Newton (kN).

4.5.1. Langkah-langkah pengujian keretakan mortar


Pengujian keretakan benda uji plat mortar dilakukan sesudah plat mortar dikeringkan menggunakan kipas angin selama waktu yang telah direncanakan yaitu tujuh hari. Sebelum melakukan analisis keretakan pada plat mortar dilakukan pembersihan sisa debu halus yang menempel pada permukaan plat mortar agar debu atau kotoran tidak menutupi hasil retak halus yang terjadi dan permukaan plat mortar menjadi lebih rata agar dapat dilakukan proses *scan* menggunakan alat *portable scanner*.

Proses *scan* bertujuan untuk mengetahui keretakan menjadi lebih jelas sehingga semua retak halus menjadi terlihat dengan detail dan dapat mempermudah proses analisis faktor - faktor yang dapat mempengaruhi keretakan pada benda uji plat mortar. Analisis uji keretakan dilakukan di Laboratorium Konstruksi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata menggunakan alat *portable scanner*.

4.5.2. Analisis uji keretakan

Hasil analisis uji keretakan plat mortar yang telah di *scan* menggunakan alat *portable scanner* dapat diperlihatkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Hasil *Scanner* Uji Keretakan Plat Mortar

No	Jenis Pasir	Kadar <i>Silica Fume</i>	Gambar
1	Pasirayu	0% (Tidak Retak)	



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

No	Jenis Pasir	Kadar <i>Silica Fume</i>	Gambar
1	Pasirayu	0% (Tidak Retak)	
2	Pasirayu	5% (Tidak Retak)	
3	Pasirayu	15% (Tidak Retak)	



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

No	Jenis Pasir	Kadar <i>Silica Fume</i>	Gambar
3	Pasirayu	15% (Tidak Retak)	
4	Pasirayu	25% (Tidak Retak)	
5	Ci Keusik	0% (Retak)	



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

No	Jenis Pasir	Kadar <i>Silica Fume</i>	Gambar
6	Ci Keusik	5% (Tidak Retak)	
7	Ci Keusik	15% (Tidak Retak)	
8	Ci Keusik	25% (Tidak Retak)	



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

No	Jenis Pasir	Kadar <i>Silica Fume</i>	Gambar
8	Ci Keusik	25% (Tidak Retak)	

Berdasarkan gambar benda uji plat mortar dapat dianalisis dan dijabarkan sebagai berikut:

1. Benda uji plat mortar 1 (Pasirayu, *silica fume* 0%)
Mortar berwarna coklat, butiran pasir sangat halus sehingga permukaan mortar lebih halus, tidak terdapat keretakan.
2. Benda uji plat mortar 2 (Pasirayu, *silica fume* 5%)
Mortar berwarna coklat, butiran pasir sangat halus sehingga permukaan mortar lebih halus, tidak terdapat keretakan.
3. Benda uji plat mortar 3 (Pasirayu, *silica fume* 15%)
Mortar berwarna coklat sedikit keabu-abuan, butiran pasir sangat halus sehingga permukaan mortar lebih halus, tidak terdapat keretakan.
4. Benda uji plat mortar 4 (Pasirayu, *silica fume* 25%)
Mortar berwarna coklat sedikit keabu-abuan, butiran pasir sangat halus sehingga permukaan mortar lebih halus, tidak terdapat keretakan.
5. Benda uji plat mortar 5 (Ci Keusik, *silica fume* 0%)
Mortar berwarna abu-abu sedikit coklat, butiran pasir kasar sehingga permukaan mortar mudah lepas, terdapat 2 garis retakan jenis rambut dengan panjang retakan 252 mm dan 110 mm.
6. Benda uji plat mortar 6 (Ci Keusik, *silica fume* 5%)
Mortar berwarna abu – abu, butiran pasir kasar sehingga permukaan mortar mudah lepas, tidak terdapat keretakan.
7. Benda uji plat mortar 7 (Ci Keusik, *silica fume* 15%)



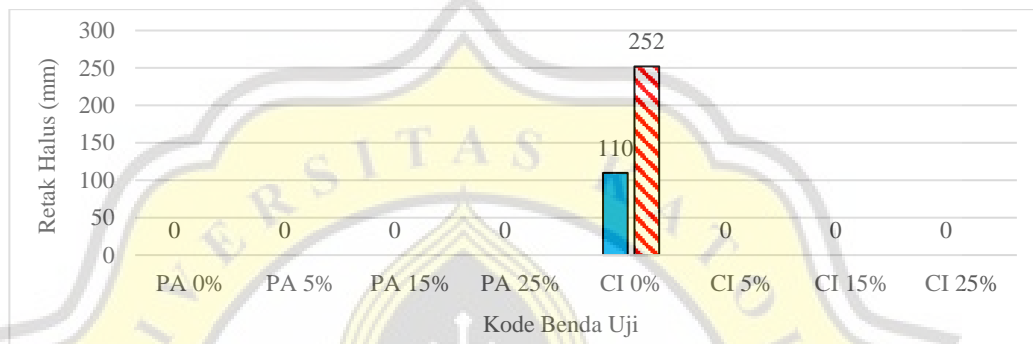
TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

Mortar berwarna abu – abu, butiran pasir kasar sehingga permukaan mortar mudah lepas, tidak terdapat keretakan.

8. Benda uji plat mortar 8 (Ci Keusik, *silica fume* 25%)

Mortar berwarna abu – abu tua, butiran pasir kasar sehingga permukaan mortar mudah lepas, tidak terdapat keretakan.

Grafik perbandingan retakan plat mortar dapat diperlihatkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12. Grafik Perbandingan Retakan Plat Mortar

Percobaan untuk mengetahui panjang retak halus pada mortar dengan kadar *silica fume* 0%, 5%, 15% dan 25% Pasirayu (PA) dan Ci Keusik (CI), dilakukan dalam waktu 7 hari. Hasil percobaan menunjukkan bahwa dalam kurun waktu 7 hari tidak ditemukan retakan pada mortar Pasirayu (PA) dan Ci Keusik (CI). Kemudian dilakukan percobaan dalam waktu 28 hari. Hasil dari kurun waktu 28 hari yaitu panjang retak halus pada Ci Keusik dengan kadar *silica fume* 0% yang memiliki panjang retak halus sebesar 110 mm dan 252 mm.

Gradasi agregat halus sangat berpengaruh terhadap keretakan pada mortar, semakin besar gradasi agregat halus, maka mortar semakin mudah mengalami keretakan. Pada pengujian ini dapat dianalisis bahwa *silica fume* berfungsi untuk mengisi pori-pori yang kosong pada mortar.

4.5.3. Tahapan pengujian kuat tekan mortar

Pengujian kuat tekan mortar dilakukan apabila proses perendaman (*curing*) selama 7 hari telah selesai dilakukan. Sebelum pengujian kuat tekan dilakukan pengangkatan benda uji kubus mortar dari bak rendam untuk dilakukan pengeringan selama 24 jam. Pengeringan benda uji dilakukan dengan membiarkan



pada udara terbuka dengan suhu stabil dalam ruangan. Pengujian kuat tekan mortar bertujuan untuk mengetahui kemampuan benda uji mortar dalam menahan gaya tekan yang diberikan oleh alat *compression testing machine*. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan di Laboratorium Konstruksi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata dan Laboratorium BP2 Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah Jl. Murbei I Timur Sronдол Wetan, Banumanik, Semarang.

4.5.4. Berat massa volume mortar

Menurut SNI 03-2847-2002, perhitungan berat massa mortar didapatkan dengan membandingkan hasil berat benda uji terhadap volume benda uji. Sebelum dihitung volume massanya, mortar harus ditimbang terlebih dahulu agar mengetahui berat awalnya. Data perhitungan berat massa volume benda uji mortar kubus pada umur yang berbeda dapat dijabarkan sebagai berikut:

a. Mortar umur 7 hari

Contoh perhitungan berat massa volume benda uji mortar kubus menggunakan agregat halus Pasirayu dengan kode (PA) dan Ci Keusik (CI) pada umur 7 hari dengan perbandingan kadar *silica fume* 0%, 5%, 15% dan 25% sebagai berikut:

1. Berat benda uji

$$\begin{aligned} 1.a. \text{ Kode PA } 0\% &= 271,35 \text{ gr} \\ &= 0,2713 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1.b. \text{ Kode PA } 25\% &= 268,50 \text{ gr} \\ &= 0,2685 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1.c. \text{ Kode CI } 0\% &= 293,63 \text{ gr} \\ &= 0,2936 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1.d. \text{ Kode CI } 25\% &= 271,61 \text{ gr} \\ &= 0,2716 \text{ kg} \end{aligned}$$

2. Volume benda uji

Karena semua benda uji mortar yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran tiap sisi 5 cm, maka perhitungan volume benda uji sebagai berikut:

$$\text{Volume benda uji} = p \times l \times t$$



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

$$\begin{aligned} &= 5 \times 5 \times 5 \\ &= 125 \text{ cm}^3 \\ &= 0,000125 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Berat massa volume benda uji

$$\begin{aligned} \text{3.a. Kode PA 0\%} &= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume benda uji}} \\ &= \frac{0,2713}{0,000125} \\ &= 2170,4 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{3.b. Kode PA 25\%} &= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume benda uji}} \\ &= \frac{0,2682}{0,000125} \\ &= 2178,4 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{3.c. Kode CI 0\%} &= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume benda uji}} \\ &= \frac{0,2936}{0,000125} \\ &= 2348,8 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{3.d. Kode CI 25\%} &= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume benda uji}} \\ &= \frac{0,2716}{0,000125} \\ &= 2172,8 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas berat massa volume benda uji mortar umur 7 hari dapat diperlihatkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Berat Massa Volume Benda Uji Mortar Umur 7 Hari

Kode Benda Uji	Berat Benda Uji (kg)	Volume Benda Uji (m ³)	Berat Massa Volume Mortar (kg/m ³)	Rata-Rata Berat Massa Volume Mortar (kg/m ³)
PA 0%	0,2713	0,000125	2170,4	
PA 0%	0,2721	0,000125	2176,8	2173,333
PA 0%	0,2716	0,000125	2172,8	
PA 5%	0,2783	0,000125	2226,4	
PA 5%	0,2692	0,000125	2153,6	2200
PA 5%	0,2775	0,000125	2220	
PA 15%	0,2673	0,000125	2138,4	
PA 15%	0,2682	0,000125	2145,6	2139,466



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

Kode Benda Uji	Berat Benda Uji (kg)	Volume Benda Uji (m ³)	Berat Massa Volume Mortar (kg/m ³)	Rata-Rata Berat Massa Volume Mortar (kg/m ³)
PA 15%	0,2668	0,000125	2134,4	
PA 25%	0,2723	0,000125	2178,4	
PA 25%	0,2735	0,000125	2188	2180,266
PA 25%	0,2718	0,000125	2174,4	
CI 0%	0,2936	0,000125	2348,8	
CI 0%	0,2945	0,000125	2356	2376,8
CI 0%	0,3032	0,000125	2425,6	
CI 5%	0,2869	0,000125	2295,2	
CI 5%	0,2941	0,000125	2352,8	2321,066
CI 5%	0,2894	0,000125	2315,2	
CI 15%	0,2722	0,000125	2177,6	
CI 15%	0,2852	0,000125	2281,6	2232
CI 15%	0,2796	0,000125	2236,8	
CI 25%	0,2716	0,000125	2172,8	
CI 25%	0,2854	0,000125	2283,2	2236,533
CI 25%	0,2817	0,000125	2253,6	

b. Mortar umur 14 hari

Contoh perhitungan berat massa volume benda uji mortar kubus menggunakan agregat halus Pasirayu dengan kode (PA) dan Ci Keusik dengan kode (CI) pada umur 14 hari dengan perbandingan kadar *silica fume* 0%, 5%, 15% dan 25% adalah sebagai berikut:

1. Berat benda uji

1.a. Kode PA 0% = 274,34 gr
= 0,2743 kg

1.b. Kode PA 25% = 278,70 gr
= 0,2787 kg

1.c. Kode CI 0% = 297,82 gr
= 0,2978 kg

1.d. Kode CI 25% = 281,13 gr
= 0,2811 kg

2. Volume benda uji

Karena semua benda uji mortar yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran tiap sisi 5 cm, maka perhitungan volume benda uji sebagai berikut:



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

$$\begin{aligned}\text{Volume benda uji} &= p \times l \times t \\ &= 5 \times 5 \times 5 \\ &= 125 \text{ cm}^3 \\ &= 0,000125 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3. Berat massa volume benda uji

$$\begin{aligned}3.a. \text{ Kode PA 0\%} &= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume benda uji}} \\ &= \frac{0,2743}{0,000125} \\ &= 2194,4 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3.b. \text{ Kode PA 25\%} &= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume benda uji}} \\ &= \frac{0,2787}{0,000125} \\ &= 2229,6 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3.c. \text{ Kode CI 0\%} &= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume benda uji}} \\ &= \frac{0,2978}{0,000125} \\ &= 2382,4 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3.d. \text{ Kode CI 25\%} &= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume benda uji}} \\ &= \frac{0,2811}{0,000125} \\ &= 2248,8 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas berat massa volume benda uji mortar umur 14 hari dapat diperlihatkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Berat Massa Volume Benda Uji Mortar Umur 14 Hari

Kode Benda Uji	Berat Benda Uji (kg)	Volume Benda Uji (m ³)	Berat Massa Volume Mortar (kg/m ³)	Rata-Rata Berat Massa Volume Mortar (kg/m ³)
PA 0%	0,2713	0,000125	2170,4	
PA 0%	0,2743	0,000125	2194,4	2206,133
PA 0%	0,2817	0,000125	2253,6	
PA 5%	0,2783	0,000125	2226,4	
PA 5%	0,2869	0,000125	2295,2	2260,533
PA 5%	0,2825	0,000125	2260	
PA 15%	0,2673	0,000125	2138,4	



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

Kode Benda Uji	Berat Benda Uji (kg)	Volume Benda Uji (m ³)	Berat Massa Volume Mortar (kg/m ³)	Rata-Rata Berat Massa Volume Mortar (kg/m ³)
PA 15%	0,2693	0,000125	2154,4	2165,6
PA 15%	0,2755	0,000125	2204	
PA 25%	0,2723	0,000125	2178,4	
PA 25%	0,2787	0,000125	2229,6	2230,666
PA 25%	0,2855	0,000125	2284	
CI 0%	0,2936	0,000125	2348,8	
CI 0%	0,2978	0,000125	2382,4	2382,666
CI 0%	0,3021	0,000125	2416,8	
CI 5%	0,2869	0,000125	2295,2	
CI 5%	0,2967	0,000125	2373,6	2328
CI 5%	0,2894	0,000125	2315,2	
CI 15%	0,2722	0,000125	2177,6	
CI 15%	0,2758	0,000125	2206,4	2207,2
CI 15%	0,2797	0,000125	2237,6	
CI 25%	0,2716	0,000125	2172,8	
CI 25%	0,2811	0,000125	2248,8	2219,466
CI 25%	0,2796	0,000125	2236,8	

c. Mortar umur 28 hari

Contoh perhitungan berat massa volume benda uji mortar kubus menggunakan agregat halus Pasirayu dengan kode (PA) dan Ci Keusik dengan kode (CI) pada umur 28 hari dengan perbandingan kadar *silica fume* 0%, 5%, 15% dan 25% adalah sebagai berikut:

1. Berat benda uji

1.a. Kode PA 0% = 274,32 gr
= 0,2743 kg

1.b. Kode PA 25% = 289,13 gr
= 0,2891 kg

1.c. Kode CI 0% = 292,72 gr
= 0,2972 kg

1.d. Kode CI 25% = 282,65 gr
= 0,2826 kg

2. Volume benda uji

Karena semua benda uji mortar yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran tiap sisi 5 cm, maka perhitungan volume benda uji sebagai berikut:



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

$$\begin{aligned}\text{Volume benda uji} &= p \times l \times t \\ &= 5 \times 5 \times 5 \\ &= 125 \text{ cm}^3 \\ &= 0,000125 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3. Berat massa volume benda uji

$$\begin{aligned}3.a. \text{ Kode PA 0\%} &= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume benda uji}} \\ &= \frac{0,2743}{0,000125} \\ &= 2185,6 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3.b. \text{ Kode PA 25\%} &= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume benda uji}} \\ &= \frac{0,2891}{0,000125} \\ &= 2312,8 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3.c. \text{ Kode CI 0\%} &= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume benda uji}} \\ &= \frac{0,2927}{0,000125} \\ &= 2341,6 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3.d. \text{ Kode CI 25\%} &= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume benda uji}} \\ &= \frac{0,2826}{0,000125} \\ &= 2260,8 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas berat massa volume benda uji mortar umur 28 hari dapat diperlihatkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Berat Massa Volume Benda Uji Mortar Umur 28 Hari

Kode Benda Uji	Berat Benda Uji (kg)	Volume Benda Uji (m ³)	Berat Massa Volume Mortar (kg/m ³)	Rata-Rata Berat Massa Volume Mortar (kg/m ³)
PA 0%	0,2713	0,000125	2170,4	
PA 0%	0,2788	0,000125	2230,4	2195,466
PA 0%	0,2732	0,000125	2185,6	
PA 5%	0,2783	0,000125	2226,4	
PA 5%	0,2842	0,000125	2273,6	2233,866
PA 5%	0,2752	0,000125	2201,6	
PA 15%	0,2673	0,000125	2138,4	



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

Kode Benda Uji	Berat Benda Uji (kg)	Volume Benda Uji (m ³)	Berat Massa Volume Mortar (kg/m ³)	Rata-Rata Berat Massa Volume Mortar (kg/m ³)
PA 15%	0,2614	0,000125	2091,2	2137,333
PA 15%	0,2728	0,000125	2182,4	
PA 25%	0,2723	0,000125	2178,4	
PA 25%	0,2783	0,000125	2226,4	2239,2
PA 25%	0,2891	0,000125	2312,8	
CI 0%	0,2936	0,000125	2348,8	
CI 0%	0,3017	0,000125	2413,6	2368
CI 0%	0,2927	0,000125	2341,6	
CI 5%	0,2869	0,000125	2295,2	
CI 5%	0,2883	0,000125	2306,4	2318,933
CI 5%	0,2944	0,000125	2355,2	
CI 15%	0,2722	0,000125	2177,6	
CI 15%	0,2795	0,000125	2236	2221,066
CI 15%	0,2812	0,000125	2249,6	
CI 25%	0,2716	0,000125	2172,8	
CI 25%	0,2768	0,000125	2214,4	2216
CI 25%	0,2826	0,000125	2260,8	

4.5.5. Perhitungan kuat tekan mortar

Pengujian kuat tekan mortar menggunakan *compression testing machine* yang dapat menghasilkan tekanan maksimum pada mortar hingga mengalami keretakan. Pada pengujian kuat tekan benda uji mortar akan menghasilkan kuat tekan dengan satuan kN dari mortar yang telah diuji. Pada SNI 03-6825-2002 dijelaskan agar menghitung kuat tekan benda uji mortar dengan menggunakan satuan MPa menggunakan rumus (2.2) dan (2.3).

a. Mortar umur 7 hari

Contoh perhitungan kuat tekan mortar menggunakan agregat halus Pasirayu dan Ci Keusik dengan perbandingan *silica fume* yang berbeda dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Kuat tekan benda uji (P)

1.a. Kode PA 0% = 14,28 kN

1.b. Kode PA 25% = 33,68 kN

1.c. Kode CI 0% = 15,67 kN

1.d. Kode CI 25% = 25,14 kN



2. Perhitungan kuat tekan mortar

Contoh perhitungan kuat tekan benda uji mortar kubus menggunakan agregat halus Pasirayu dengan kode (PA) dan Ci Keusik dengan kode (CI) pada umur 7 hari dengan perbandingan kadar *silica fume* yang berbeda adalah sebagai berikut:

2.a. Kode PA 0%

$$\begin{aligned}\sigma_m &= \frac{P_{\text{maks}} \times 1000}{2500} \\ &= \frac{14,28 \times 1000}{2500} \\ &= 5,71 \text{ MPa}\end{aligned}$$

2.b. Kode PA 25%

$$\begin{aligned}\sigma_m &= \frac{P_{\text{maks}} \times 1000}{2500} \\ &= \frac{33,68 \times 1000}{2500} \\ &= 13,42 \text{ MPa}\end{aligned}$$

2.c. Kode CI 0%

$$\begin{aligned}\sigma_m &= \frac{P_{\text{maks}} \times 1000}{2500} \\ &= \frac{15,67 \times 1000}{2500} \\ &= 6,26 \text{ MPa}\end{aligned}$$

2.d. Kode CI 25%

$$\begin{aligned}\sigma_m &= \frac{P_{\text{maks}} \times 1000}{2500} \\ &= \frac{25,14 \times 1000}{2500} \\ &= 10,1 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas kuat tekan benda uji mortar umur 7 hari dapat diperlihatkan pada Tabel 4.11.

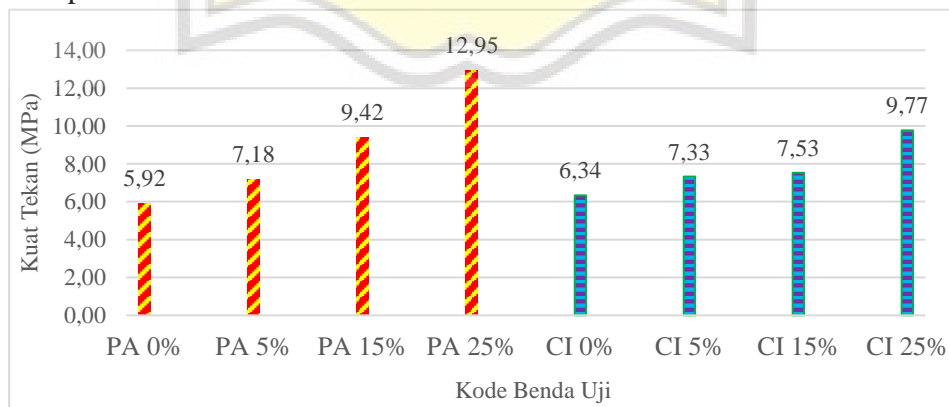


TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

Tabel 4.11. Kuat Tekan Benda Uji Mortar Umur 7 Hari

Kode Benda Uji	Luas Permukaan (mm ²)	Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata - Rata (MPa)
PA 0%	2500	14,28	5,71	
PA 0%	2500	15,92	6,37	5,92
PA 0%	2500	14,22	5,69	
PA 5%	2500	19,27	7,71	
PA 5%	2500	17,76	7,10	7,17
PA 5%	2500	16,8	6,72	
PA 15%	2500	23,65	9,46	
PA 15%	2500	23,07	9,23	9,41
PA 15%	2500	23,9	9,56	
PA 25%	2500	33,68	13,47	
PA 25%	2500	32,4	12,96	12,94
PA 25%	2500	31,04	12,42	
CI 0%	2500	15,67	6,27	
CI 0%	2500	16,4	6,56	6,33
CI 0%	2500	15,45	6,18	
CI 5%	2500	19,17	7,67	
CI 5%	2500	17,2	6,88	7,32
CI 5%	2500	18,6	7,44	
CI 15%	2500	18,7	7,48	
CI 15%	2500	18,27	7,31	7,52
CI 15%	2500	19,5	7,8	
CI 25%	2500	25,14	10,1	
CI 25%	2500	24,3	9,72	9,76
CI 25%	2500	23,82	9,53	

Berdasarkan data kuat tekan mortar umur 7 hari diatas didapatkan grafik kuat tekan mortar pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Grafik Kuat Tekan Mortar Umur 7 Hari



Grafik menunjukkan hasil dari kuat tekan mortar pada umur 7 hari. Hasil yang ditunjukkan yaitu untuk agregat halus Pasirayu (PA) dengan kadar *silica fume* 0% memiliki kuat tekan mortar sebesar 5,92 MPa, kadar *silica fume* 5% memiliki kuat tekan mortar sebesar 7,18 MPa, kadar *silica fume* 15% memiliki kuat tekan mortar sebesar 9,42 MPa dan kadar *silica fume* 25% memiliki kuat tekan mortar sebesar 12,95 MPa.

Hasil yang ditunjukkan yaitu untuk Ci Keusik (CI) dengan kadar *silica fume* 0% memiliki kuat tekan mortar sebesar 6,34 MPa, kadar *silica fume* 5% memiliki kuat tekan mortar sebesar 7,33 MPa, kadar *silica fume* 15% memiliki kuat tekan mortar sebesar 7,53 MPa dan kadar *silica fume* 25% memiliki kuat tekan mortar sebesar 9,77 MPa.

Berdasarkan grafik, dapat dilakukan analisis bahwa pada agregat halus Pasirayu (PA) dan agregat halus Ci Keusik (CI) dengan kadar *silica fume* semakin tinggi akan memperbesar angka kuat tekan mortar. Fungsi *silica fume* pada mortar adalah mengubah lumpur menjadi bersifat *pozzolan* (mengikat antar partikel pada bahan mortar) dan mengisi pori-pori antar agregat sehingga membuat kuat tekan mortar semakin besar.

b. Mortar umur 14 hari

Contoh perhitungan kuat tekan mortar menggunakan agregat halus Pasirayu dan Ci Keusik dengan perbandingan *silica fume* yang berbeda dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Kuat tekan benda uji (P)

1.a. Kode PA 0% = 16,5 kN

1.b. Kode PA 25% = 34,5 kN

1.c. Kode CI 0% = 18,23 kN

1.d. Kode CI 25% = 26,2 kN

2. Perhitungan kuat tekan mortar

Contoh perhitungan kuat tekan benda uji mortar kubus menggunakan agregat halus Pasirayu dengan kode (PA) dan Ci Keusik dengan kode (CI) pada umur 14 hari dengan perbandingan kadar *silica fume* yang berbeda adalah sebagai berikut:



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

2.a. Kode PA 0%

$$\begin{aligned}\sigma_m &= \frac{P_{\text{maks}} \times 1000}{2500} \\ &= \frac{16,5 \times 1000}{2500} \\ &= 6,6 \text{ MPa}\end{aligned}$$

2.b. Kode PA 25%

$$\begin{aligned}\sigma_m &= \frac{P_{\text{maks}} \times 1000}{2500} \\ &= \frac{34,5 \times 1000}{2500} \\ &= 13,8 \text{ MPa}\end{aligned}$$

2.c. Kode CI 0%

$$\begin{aligned}\sigma_m &= \frac{P_{\text{maks}} \times 1000}{2500} \\ &= \frac{18,23 \times 1000}{2500} \\ &= 7,29 \text{ MPa}\end{aligned}$$

2.d. Kode CI 25%

$$\begin{aligned}\sigma_m &= \frac{P_{\text{maks}} \times 1000}{2500} \\ &= \frac{26,2 \times 1000}{2500} \\ &= 10,48 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas kuat tekan benda uji mortar umur 14 hari dapat diperlihatkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12. Kuat Tekan Benda Uji Mortar Umur 14 Hari

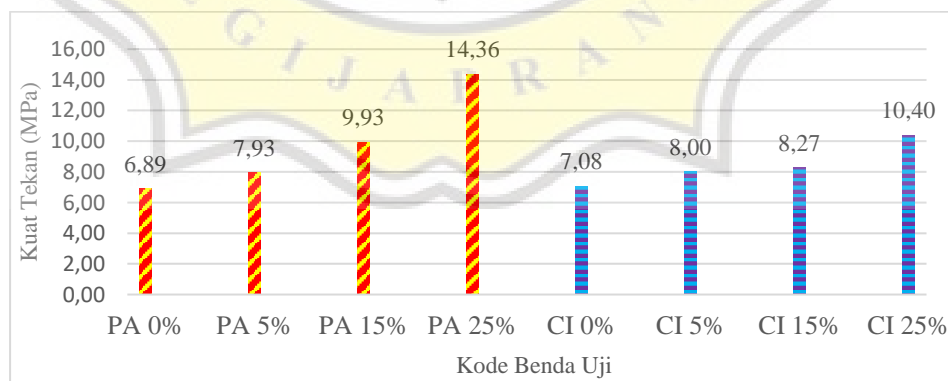
Kode Benda Uji	Luas Permukaan (mm ²)	Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata - Rata (MPa)
PA 0%	2500	18,76	7,50	
PA 0%	2500	16,5	6,6	6,89



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

Kode Benda Uji	Luas Permukaan (mm ²)	Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata - Rata (MPa)
PA 0%	2500	16,42	6,57	
PA 5%	2500	20,2	8,08	
PA 5%	2500	19,35	7,74	7,93
PA 5%	2500	19,93	7,97	
PA 15%	2500	25,7	10,28	
PA 15%	2500	24,29	9,72	9,93
PA 15%	2500	24,46	9,78	
PA 25%	2500	36,72	14,68	
PA 25%	2500	34,5	13,8	14,36
PA 25%	2500	36,45	14,58	
CI 0%	2500	18,43	7,37	
CI 0%	2500	18,23	7,29	7,08
CI 0%	2500	16,42	6,56	
CI 5%	2500	22,4	8,96	
CI 5%	2500	20,29	8,11	8,00
CI 5%	2500	17,34	6,93	
CI 15%	2500	20,42	8,16	
CI 15%	2500	19,35	7,74	8,27
CI 15%	2500	22,23	8,89	
CI 25%	2500	27,53	11,01	
CI 25%	2500	26,2	10,48	10,40
CI 25%	2500	24,26	9,704	

Berdasarkan Tabel 4.12. kuat tekan mortar umur 14 hari diatas didapatkan grafik kuat tekan mortar pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14. Grafik Kuat Tekan Mortar Umur 14 Hari

Grafik menunjukkan hasil dari kuat tekan mortar umur 14 hari. Hasil yang ditunjukkan yaitu untuk Pasirayu (PA) dengan kadar *silica fume* 0% memiliki kuat



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

tekan mortar sebesar 6,89 MPa, kadar *silica fume* 5% memiliki kuat tekan mortar sebesar 7,93 MPa, kadar *silica fume* 15% memiliki kuat tekan mortar sebesar 9,93 MPa dan kadar *silica fume* 25% memiliki kuat tekan mortar sebesar 14,36 MPa.

Hasil yang ditunjukkan yaitu untuk Ci Keusik (CI) dengan kadar *silica fume* 0% memiliki kuat tekan mortar sebesar 7,08 MPa, kadar *silica fume* 5% memiliki kuat tekan mortar sebesar 8,00 MPa, kadar *silica fume* 15% memiliki kuat tekan mortar sebesar 8,27 MPa dan kadar *silica fume* 25% memiliki kuat tekan mortar sebesar 10,40 MPa.

Berdasarkan grafik, dapat dilakukan analisis bahwa pada Pasirayu (PA) dan Ci Keusik (CI) dengan kadar *silica fume* semakin tinggi akan memperbesar angka kuat tekan mortar. Fungsi *silica fume* pada mortar adalah mengubah lumpur menjadi bersifat *pozzolan* (mengikat antar partikel pada bahan mortar) dan mengisi pori-pori antar agregat sehingga membuat kuat tekan mortar semakin besar.

c. Mortar umur 28 hari

Contoh perhitungan kuat tekan mortar menggunakan agregat halus Pasirayu dan Ci Keusik dengan perbandingan *silica fume* yang berbeda dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Kuat tekan benda uji (P)

1.a. Kode PA 0% = 18,68 kN

1.b. Kode PA 25% = 39,11 kN

1.c. Kode CI 0% = 20,5 kN

1.d. Kode CI 25% = 29,81 kN

2. Perhitungan kuat tekan mortar

Contoh perhitungan kuat tekan benda uji mortar kubus menggunakan agregat halus Pasirayu dengan kode (PA) dan Ci Keusik dengan kode (CI) pada umur 28 hari dengan perbandingan kadar *silica fume* yang berbeda adalah sebagai berikut:

2.a. Kode PA 0%

$$\begin{aligned}\sigma_m &= \frac{P_{maks} \times 1000}{2500} \\ &= \frac{18,68 \times 1000}{2500}\end{aligned}$$



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

$$= 7,42 \text{ MPa}$$

2.b. Kode PA 25%

$$\begin{aligned}\sigma_m &= \frac{P_{\text{maks}} \times 1000}{2500} \\ &= \frac{39,11 \times 1000}{2500} \\ &= 15,64 \text{ MPa}\end{aligned}$$

2.c. Kode CI 0%

$$\begin{aligned}\sigma_m &= \frac{P_{\text{maks}} \times 1000}{2500} \\ &= \frac{20,5 \times 1000}{2500} \\ &= 8,2 \text{ MPa}\end{aligned}$$

2.d. Kode CI 25%

$$\begin{aligned}\sigma_m &= \frac{P_{\text{maks}} \times 1000}{2500} \\ &= \frac{29,81 \times 1000}{2500} \\ &= 11,92 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas kuat tekan benda uji mortar umur 28 hari dapat diperlihatkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Kuat Tekan Benda Uji Mortar Umur 28 Hari

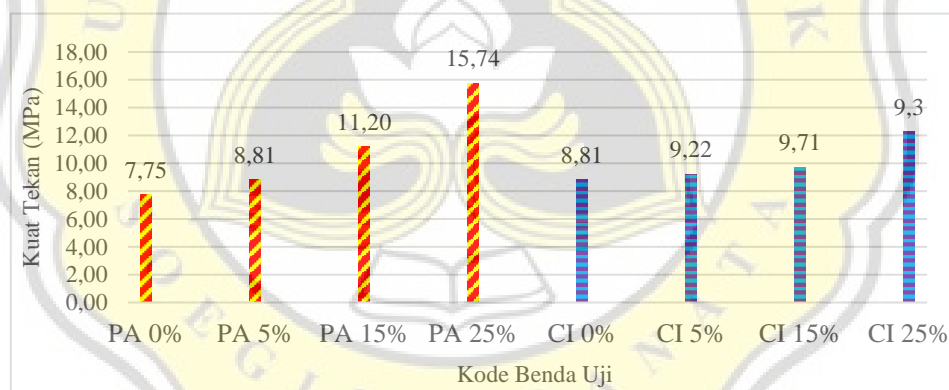
Kode Benda Uji	Luas Permukaan (mm ²)	Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata - Rata (MPa)
PA 0%	2500	20,92	8,37	
PA 0%	2500	18,56	7,42	7,75
PA 0%	2500	18,68	7,47	
PA 5%	2500	23,6	9,44	
PA 5%	2500	21,34	8,54	8,81
PA 5%	2500	21,12	8,45	
PA 15%	2500	28,5	11,40	
PA 15%	2500	26,83	10,73	11,20
PA 15%	2500	28,7	11,48	
PA 25%	2500	40,05	16,02	



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

Kode Benda Uji	Luas Permukaan (mm ²)	Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata - Rata (MPa)
PA 25%	2500	38,86	15,54	15,74
PA 25%	2500	39,11	15,64	
CI 0%	2500	22,34	8,94	
CI 0%	2500	23,21	9,28	8,81
CI 0%	2500	20,5	8,20	
CI 5%	2500	25,11	10,04	
CI 5%	2500	21,6	8,64	9,22
CI 5%	2500	22,43	8,97	
CI 15%	2500	21,23	8,49	
CI 15%	2500	26,75	10,70	9,71
CI 15%	2500	24,83	9,93	
CI 25%	2500	31,98	12,79	
CI 25%	2500	30,2	12,08	12,27
CI 25%	2500	29,81	11,92	

Berdasarkan Tabel 4.13. kuat tekan mortar umur 28 hari diatas didapatkan grafik kuat tekan mortar pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15. Grafik Kuat Tekan Mortar Umur 28 Hari

Grafik menunjukkan hasil dari kuat tekan mortar umur 28 hari. Hasil yang ditunjukkan yaitu untuk Pasirayau (PA) dengan kadar *silica fume* 0% memiliki kuat tekan mortar sebesar 7,75 MPa, kadar *silica fume* 5% memiliki kuat tekan mortar sebesar 8,81 MPa, kadar *silica fume* 15% memiliki kuat tekan mortar sebesar 11,20 MPa dan kadar *silica fume* 25% memiliki kuat tekan mortar sebesar 15,74 MPa.

Hasil yang ditunjukkan yaitu untuk Ci Keusik (CI) dengan kadar *silica fume* 0% memiliki kuat tekan mortar sebesar 8,81 MPa, kadar *silica fume* 5% memiliki kuat tekan mortar sebesar 9,22 MPa, kadar *silica fume* 15% memiliki kuat tekan mortar

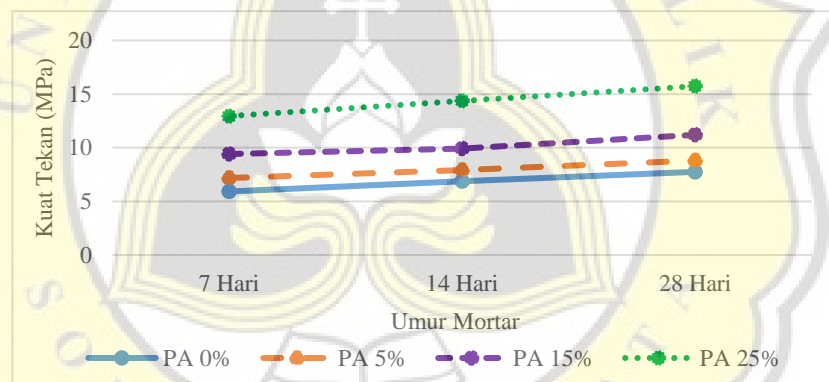


TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

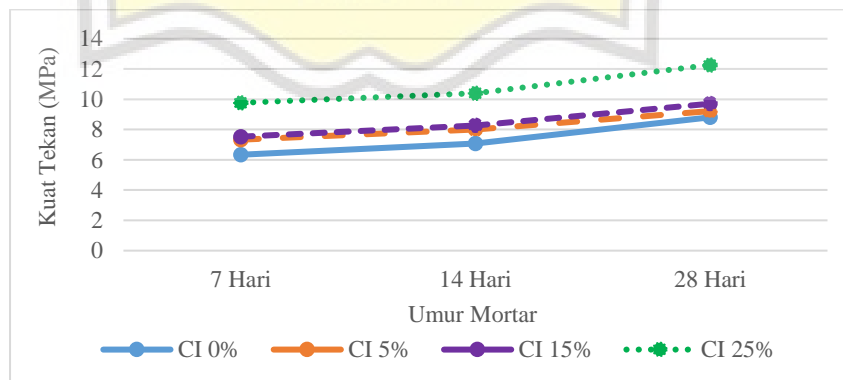
sebesar 9,71 MPa dan kadar *silica fume* 25% memiliki kuat tekan mortar sebesar 12,27 MPa.

Berdasarkan grafik, dapat dilakukan analisis bahwa pada Pasirayu (PA) dan Ci Keusik (CI) dengan kadar *silica fume* semakin tinggi akan memperbesar angka kuat tekan mortar. Fungsi *silica fume* pada mortar adalah mengubah lumpur menjadi bersifat *pozzolan* (mengikat antar partikel pada bahan mortar) dan mengisi pori-pori antar agregat sehingga membuat kuat tekan mortar semakin besar.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat dianalisis pada Tabel 4.11, 4.12 dan 4.13 sehingga dapat dihubungkan antara kuat tekan mortar rata – rata dengan menggunakan agregat halus dari Pasirayu dan Ci Keusik dan kadar penggunaan bahan tambah *silica fume* dari berat semen dengan umur benda uji mortar yang dapat diperlihatkan pada Gambar 4.16. dan Gambar 4.17.



Gambar 4.16. Hubungan Kuat Tekan Mortar Rata – Rata dengan Kadar *Silica Fume* terhadap Umur Mortar Menggunakan Agregat Halus Pasirayu

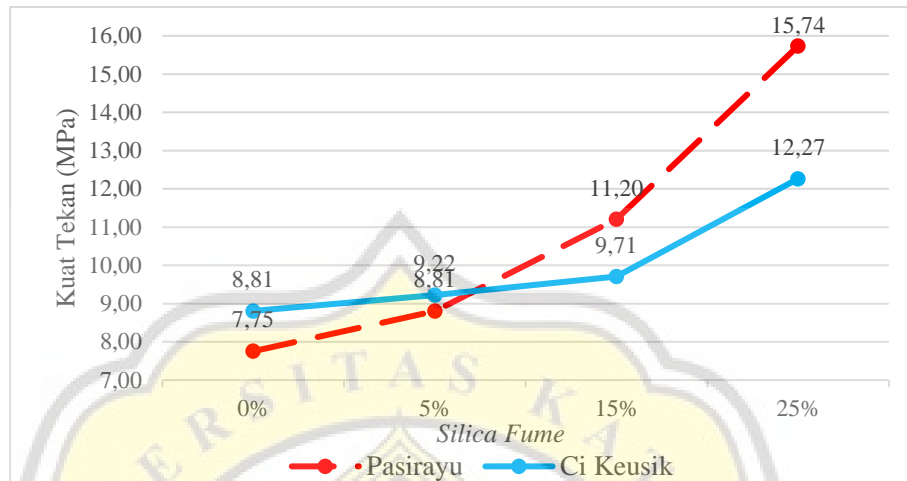


Gambar 4.17. Hubungan Kuat Tekan Mortar Rata – Rata dengan Kadar *Silica Fume* terhadap Umur Mortar Menggunakan Agregat Halus Ci Keusik



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)

Perbandingan kuat tekan mortar yang menggunakan agregat halus Pasirayu dan Ci Keusik pada umur 28 hari dapat diperlihatkan pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18. Perbandingan Kuat Tekan Mortar yang Menggunakan Agregat Halus Pasirayu dan Ci Keusik dengan Kadar *Silica Fume* Berbeda Pada Umur 28 Hari

Berdasarkan grafik, pada Pasirayu (PA) dengan kandungan lumpur yang cukup banyak, digunakan *silica fume* untuk mengubah kandungan lumpur tersebut supaya memiliki sifat pengikat antar bahan mortar, sehingga dapat meningkatkan kuat tekan. Kemudian untuk pasir Ci Keusik (CI) yang pada dasarnya jika dicuci dengan air bersih, maka dapat termasuk kedalam kriteria pasir baik yaitu kandungan lumpur sebesar $< 5\%$. Pada pasir Ci Keusik, *silica fume* berperan mengisi pori-pori antar agregat pada mortar sehingga membuat kuat tekan mortar semakin besar. Kuat tekan Pasirayu (PA) lebih tinggi daripada pasir Ci Keusik (CI) karena pada Pasirayu (PA) gradasi butiran agregat halus memiliki pori-pori lebih kecil daripada pasir Ci Keusik, sehingga *silica fume* lebih mudah mengisi kerapatan mortar Pasirayu (PA). *Silica fume* dengan kadar 95,5% berfungsi lebih baik terhadap agregat halus yang bergradasi halus karena dapat mengisi pori-pori dengan baik, sedangkan untuk agregat halus yang bergradasi kasar kurang berfungsi dengan baik pori-pori lebih besar sehingga masih terdapat sisa pori-pori. Hasil kuat tekan mortar dapat diperlihatkan pada Gambar 4.19.



TUGAS AKHIR
PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN DAN RETAKAN
MORTAR (STUDI KASUS PASIR PASIRAYU DAN PASIR CI KEUSIK)



Gambar 4.19. Dial Hasil Kuat Tekan Mortar

Berdasarkan hasil yang didapat pada penelitian Pengaruh *Silica Fume* Terhadap Kuat Tekan dan Retakan Mortar dengan studi kasus pasir Pasirayu dan pasir Ci Keusik Kabupaten Majalengka dapat dianalisis dapat ditarik kesimpulan yang diuraikan pada BAB 5.