

PENGARUH PENAMBAHAN KALSIUM HIDROKSIDA DALAM CAMPURAN MORTAR DENGAN LIMBAH KACA TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR DAN FENOMENA ASR (ALCALI SILICA REACTION)

Ida Bagus Erlangga Pradipta¹, Trias Rahardianto²

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang²

Email: ep22012003@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan limbah kaca pada campuran beton dalam proporsi tertentu diklaim dapat menjadi solusi bagi permasalahan lingkungan yang dihasilkan industri kaca. Namun satu fenomena dapat timbul – reaksi alkali silika – yang memicu keretakan atau kerusakan pada beton yang menggunakan penambahan limbah kaca. Penelitian ini menganalisis reaksi alkali silika yang terjadi pada beton dengan campuran limbah kaca serta menganalisis penambahan kalsium hidroksida pada beton dengan campuran limbah kaca tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa bagaimana reaksi alkali silika yang terjadi pada campuran beton dengan limbah kaca dan juga untuk mengetahui pengaruh dari penambahan kalsium hidroksida terhadap reaksi alkali silika pada campuran beton dengan limbah kaca. Dalam penelitian ini menggunakan varian penambahan kaca 8% serta penambahan kalsium hidroksida 0%, 5%, 10%, 15% yang kemudian akan dilakukan uji ASTM C 1260 untuk melihat potensi reaksi alkali silika yang terjadi dari beberapa variasi penambahan tersebut. Dari beberapa variasi penambahan yang digunakan, variasi dengan penambahan kalsium hidroksida 15% memiliki nilai ekspansi yang paling rendah dibandingkan dengan variasi penambahan lainnya dengan angka ekspansi yang kurang dari 0,01%. Penambahan kalsium hidroksida pada beton dengan campuran limbah kaca terbukti dapat mengurangi resiko ASR yang terjadi namun harus memperhatikan persentase dari penambahan kalsium hidroksida tersebut. Untuk mengetahui hasil yang lebih maksimal dalam penelitian ini, perlu dilakukan pengujian kandungan yang terdapat dari limbah kaca yang digunakan sebagai bahan campuran pada beton.

Kata kunci : reaksi alkali silika, kalsium hidroksida, limbah kaca, ASTM C1260

ABSTRACT

The use of glass waste in concrete mixtures in certain proportions is claimed to be a solution to environmental problems caused by the glass industry. However, one phenomenon may arise—alkali-silica reaction—which causes cracking or damage to concrete that uses glass waste additives. This study analyzes the alkali-silica reaction that occurs in concrete mixed with glass waste and analyzes the addition of calcium hydroxide to concrete mixed with glass waste. This study aims to analyze how the alkali-silica reaction occurs in concrete mixtures with glass waste and also to determine the effect of calcium hydroxide addition on the alkali-silica reaction in concrete mixtures with glass waste. This study uses a 8% glass addition variant and calcium hydroxide additions of 0%, 5%, 10%, and 15%, which will then be tested using ASTM C 1260 to see the potential alkali-silica reaction that occurs from several addition variations. Of the several additions used, the addition of 15% calcium hydroxide had the lowest expansion value compared to the other additions, with an expansion rate of less than 0.01%. The addition of calcium hydroxide to concrete mixed with glass waste has been proven to reduce the risk of ASR, but the percentage of calcium hydroxide added must be taken into consideration. To obtain maximum results in this study, it is necessary to test the content of the glass waste used as a mixture in the concrete.

Keywords : *alcali silica reactions, calcium hydroxide, glass waste, ASTM C1260*

1. PENDAHULUAN

Penambahan limbah kaca dalam campuran beton dapat mempengaruhi kuat tekan beton [1]. Dari campuran tersebut dinyatakan bahwa beton dengan campuran limbah kaca memiliki nilai kuat tekan beton lebih kecil dibandingkan dengan beton normal. Perlu diperhatikan bahwa penggunaan limbah kaca dapat mempengaruhi durabilitas beton terkait dengan fenomena ASR. [2] Pada salah satu pengujian reaksi alkali silika menyimpulkan bahwa semakin besar rasio pertambahan panjang pada pengujian reaksi alkali silika akan menghasilkan penurunan kuat tekan dan kuat lentur yang lebih besar pula. [3] Untuk mengatasi risiko ASR, beberapa penelitian telah mengeksplorasi penggunaan bahan tambahan seperti kalsium hidroksida. Dalam penelitian yang dilakukan [4] yang meneliti tentang pengaruh penggantian sebagian fly ash dengan berbagai sumber kalsium hidroksida terhadap karakteristik mortar. Penelitian tersebut menemukan bahwa penambahan kalsium hidroksida dari limbah karbit dan gamping dapat meningkatkan kuat tekan mortar, selain ini dalam penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan kalsium hidroksida dapat mempengaruhi reaksi kimia dalam beton yang mengandung limbah kaca. Agregat yang mengandung silika bisa bersifat reaktif maupun non-reaktif terhadap unsur alkali pada semen [5]. Dengan demikian, penelitian mengenai penambahan kalsium hidroksida dalam beton dengan campuran limbah kaca terhadap fenomena ASR menjadi relevan untuk mengkaji potensi mitigasi risiko ASR dan meningkatkan durabilitas beton.

Berdasarkan latar belakang diatas, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai kuat tekan pada mortar dengan campuran limbah kaca dengan penambahan kalsium hidroksida?
2. Bagaimana nilai ekspansi mortar yang terjadi pada campuran mortar dengan limbah kaca menggunakan metode ASTM C1260?
3. Bagaimana nilai ekspansi yang terjadi pada mortar campuran limbah kaca dengan penambahan kalsium hidroksida menggunakan metode ASTM C1260?

2. METODE

Penelitian skripsi ini dilakukan pada Laboratorium Bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang. Jl Soekarno Hatta No 9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur. Berikut merupakan lokasi penelitian:



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sumber: Google Earth

Dalam penelitian ini menggunakan metode sebagai berikut:

1. Melakukan pembuatan benda uji mortar dengan ukuran 5cm x 5cm untuk dilakukannya pengujian kuat tekan dengan metode ASTM C109
2. Membuat benda uji mortar bar dengan ukuran 2,5cm x 2,5cm x 28,5cm untuk dilakukannya pengujian ASR dengan metode ASTM C1260

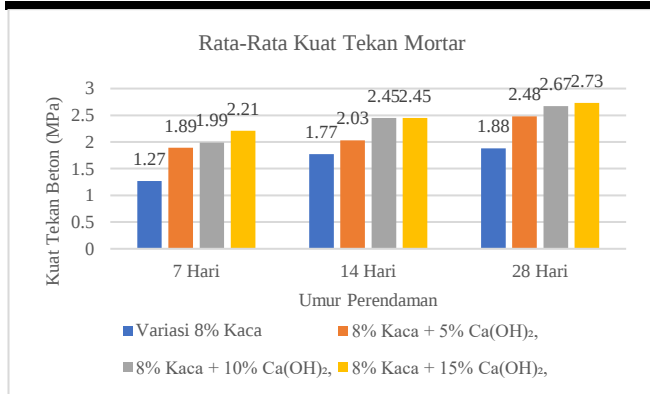
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Pengujian Kuat Tekan

Pengujian nilai kuat tekan beton di laboratorium bertujuan untuk menentukan nilai kuat tekan beton yang menjadi representasi mutu beton yang diujikan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

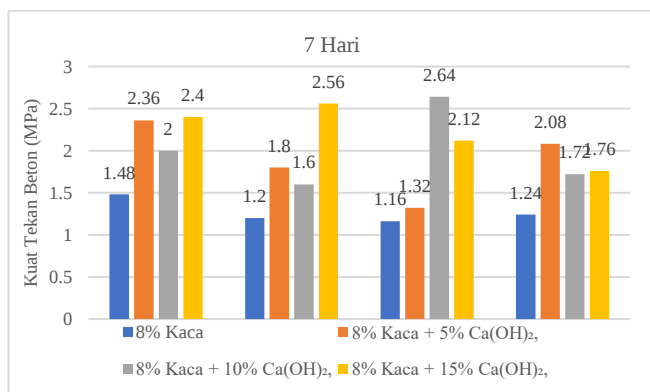
Variasi	Umur	Nilai Rata-rata (Mpa)
8% Kaca	7 Hari	1,27
	14 Hari	1,77
	28 Hari	1,88
8% Kaca + 5% Ca(OH) ₂	7 Hari	1,89
	14 Hari	2,03
	28 Hari	2,48
8% Kaca + 10% Ca(OH) ₂	7 Hari	1,99
	14 Hari	2,45
	28 Hari	2,67
8% Kaca + 15% Ca(OH) ₂	7 Hari	2,21
	14 Hari	2,45
	28 Hari	2,73



Gambar 2. Grafik Rata-Rata Kuat Tekan Mortar

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari

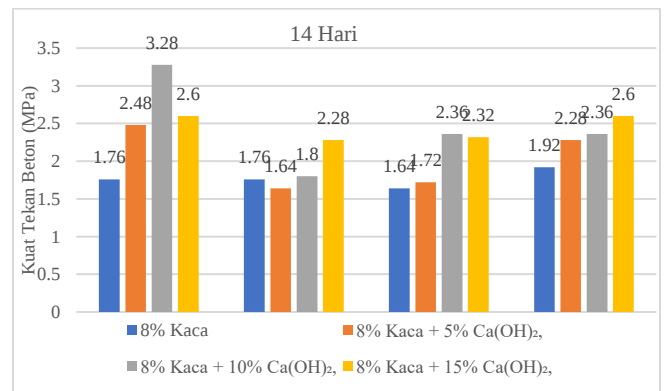
Benda Uji	Variasi	Umur	Nilai (Mpa)	Nilai Rata-Rata (Mpa)
A1	8% Kaca	7 Hari	1,48	1,27
A2			1,2	
A3			1,16	
A4			1,24	
B1	8% Kaca + 5% Ca(OH) ₂	7 Hari	2,36	1,89
B2			1,8	
B3			1,32	
B4			2,08	
C1	8% Kaca + 10% Ca(OH) ₂	7 Hari	2	1,99
C2			1,6	
C3			2,64	
C4			1,72	
D1	8% Kaca + 15% Ca(OH) ₂	7 Hari	2,4	2,21
D2			2,56	
D3			2,12	
D4			1,76	



Gambar 3. Grafik Kuat Tekan Mortar Umur 7 Hari

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan 14 Hari

Benda Uji	Variasi	Umur	Nilai (Mpa)	Nilai Rata-Rata (Mpa)
A1	8% Kaca	14 Hari	1,76	1,77
A2			1,76	
A3			1,64	
A4			1,92	
B1	8% Kaca + 5% Ca(OH) ₂	14 Hari	2,48	2,03
B2			1,64	
B3			1,72	
B4			2,28	
C1	8% Kaca + 10% Ca(OH) ₂	14 Hari	3,28	2,45
C2			1,8	
C3			2,36	
C4			2,36	
D1	8% Kaca + 15% Ca(OH) ₂	14 Hari	2,6	2,45
D2			2,28	
D3			2,32	
D4			2,6	

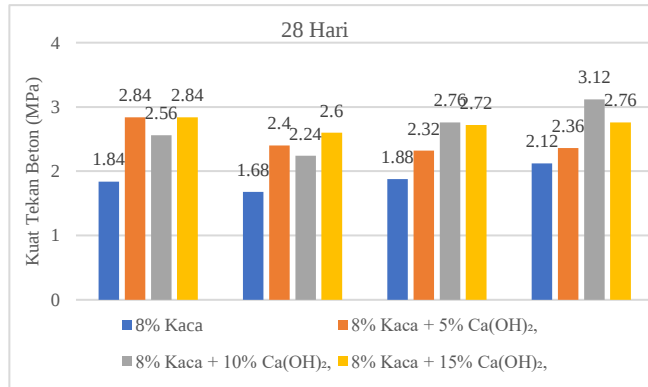


Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Mortar Umur 14 hari

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Umur 28 Hari

Benda Uji	Variasi	Umur	Nilai (Mpa)	Nilai Rata-Rata (Mpa)
A1	8% Kaca	28 Hari	1,84	1,88
A2			1,68	
A3			1,88	
A4			2,12	
B1	8% Kaca + 5% Ca(OH) ₂	28 Hari	2,84	2,48
B2			2,4	
B3			2,32	
B4			2,36	
C1	8% Kaca + 10% Ca(OH) ₂	28 Hari	2,56	2,67
C2			2,24	
C3			2,76	

Benda Uji	Variasi	Umur	Nilai (Mpa)	Nilai Rata-Rata (Mpa)
C4			3,12	
D1			2,84	
D2	8% Kaca + 15% Ca(OH) ₂ ,	28 Hari	2,6	2,73
D3			2,72	
D4			2,76	



Gambar 5. Grafik Kuat Tekan Mortar Umur 28 Hari

Analisi Pengujian ASR dengan Metode ASTM C1260

ASTM C1260 adalah standar uji untuk *determining the potential alkali reactivity of aggregates* menggunakan *mortar bar method*, yang secara spesifik digunakan untuk menilai potensi reaktivitas alkali-silika (ASR) pada agregat yang digunakan dalam campuran beton.

- Ekspansi $\leq 0,01\%$ (14 hari): Agregat dianggap non-reaktif atau sedikit reaktif.
- Ekspansi $> 0,01\%$ (14 hari): Agregat dianggap sangat reaktif dan berpotensi menyebabkan kerusakan ASR pada beton.

Tabel 5. Hasil Pengujian Ekspansi Mortar Bar Umur Perendaman 1 Hari

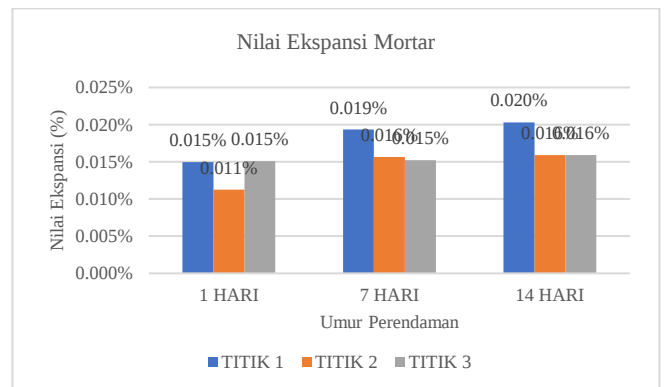
Titik	Benda Uji	Umur	Ukuran Awal (mm)	Ekspansi Ukuran (mm)	Rata-Rata Ekspansi (mm)	Nilai Ekspansi (%)
Titik 1	A1	1 Hari	24,6	24,6	24,66	0,0150%
	A2			24,77		
	A3			24,62		
Titik 2	A1	1 Hari	24,3	24,67	24,57	0,0112%
	A2			24,45		
	A3			24,6		
Titik 3	A1	1 Hari	24,8	24,8	24,67	0,0151%
	A2			24,77		
	A3			24,43		

Tabel 6. Hasil Pengujian Ekspansi Mortar Bar Umur Perendaman 7 Hari

Titik	Benda Uji	Umur	Ukuran Awal (mm)	Ekspansi Ukuran (mm)	Rata-Rata Ekspansi (mm)	Nilai Ekspansi (%)
Titik 1	A1	7 Hari	24,3	24,66	24,77	0,0193%
	A2			24,92		
	A3			24,73		
Titik 2	A1	7 Hari	24,3	24,78	24,68	0,0156%
	A2			24,59		
	A3			24,67		
Titik 3	A1	7 Hari	24,3	24,8	24,67	0,0152%
	A2			24,65		
	A3			24,56		

Tabel 7. Hasil Pengujian Ekspansi Mortar Bar Umur Perendaman 14 Hari

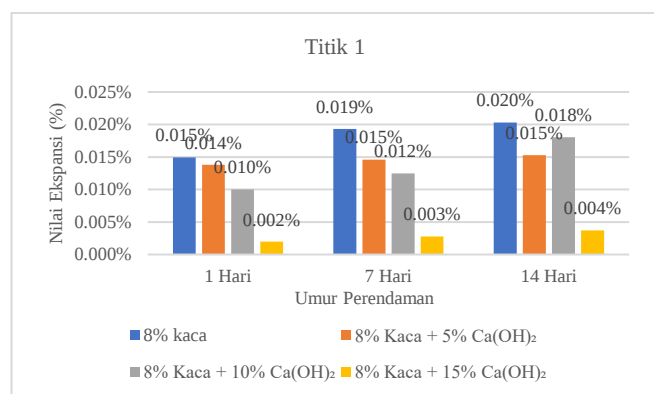
Titik	Benda Uji	Umur	Ukuran Awal (mm)	Ekspansi Ukuran (mm)	Rata-Rata Ekspansi (mm)	Nilai Ekspansi (%)
Titik 1	A1	14 Hari	24,3	24,72	24,79	0,0203%
	A2			24,93		
	A3			24,73		
Titik 2	A1	14 Hari	24,3	24,71	24,69	0,0159%
	A2			24,64		
	A3			24,71		
Titik 3	A1	14 Hari	24,3	24,9	24,69	0,0159%
	A2			24,74		
	A3			24,42		



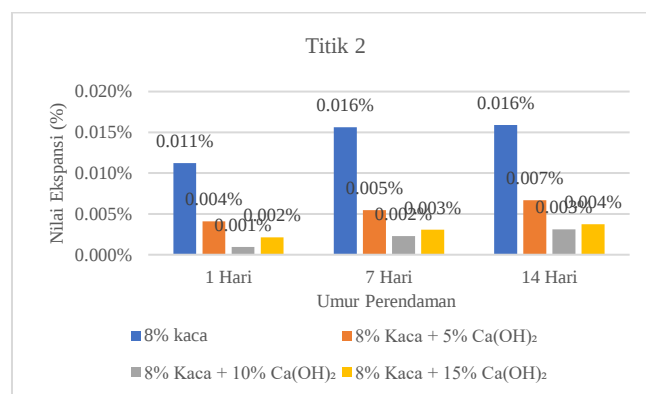
Gambar 6. Grafik Ekspansi Mortar Bar dengan Campuran Limbah Kaca

Tabel 8. Hasil Pengujian Ekspansi Mortar Bar pada Titik 1

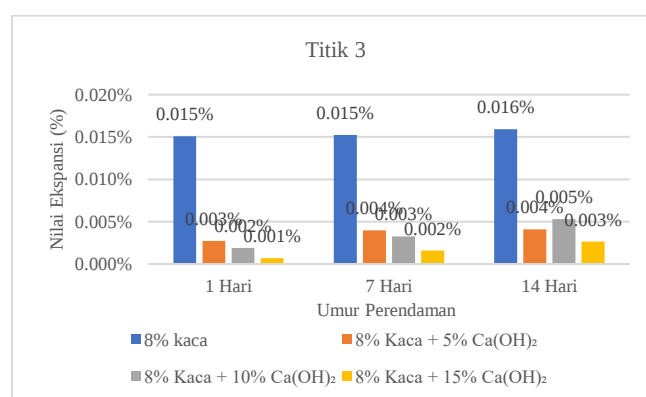
Benda Uji	Umur Perendaman	Ukuran Awal (mm)	Rata-Rata Ekspansi (mm)	Nilai Ekspansi (%)
A	1 Hari	24,3	24,66	0,015%
B		24,41	24,75	0,014%
C		24,58	24,83	0,010%
D		25,06	25,11	0,002%
A	7 Hari	24,3	24,77	0,019%
B		24,41	24,77	0,015%
C		24,58	24,89	0,012%
D		25,06	25,13	0,003%
A	14 Hari	24,3	24,79	0,020%
B		24,41	24,78	0,015%
C		24,58	25,02	0,018%
D		25,06	25,15	0,004%

**Gambar 7.** Grafik Ekspansi Mortar Bar Pada Titik 1**Tabel 9.** Hasil Pengujian Ekspansi Mortar Bar pada Titik 2

Benda Uji	Umur Perendaman	Ukuran Awal (mm)	Rata-Rata Ekspansi (mm)	Nilai Ekspansi (%)
A	1 Hari	24,3	24,57	0,011%
B		24,41	24,51	0,004%
C		24,58	24,60	0,001%
D		25,06	25,11	0,002%
A	7 Hari	24,3	24,68	0,016%
B		24,41	24,54	0,005%
C		24,58	24,64	0,002%
D		25,06	25,14	0,003%
A	14 Hari	24,3	24,69	0,016%
B		24,41	24,57	0,007%
C		24,58	24,66	0,003%
D		25,06	25,15	0,004%

**Gambar 8.** Grafik Ekspansi Mortar Bar pada Titik 2**Tabel 10.** Hasil Pengujian Ekspansi Mortar Bar pada Titik 3

Benda Uji	Umur Perendaman	Ukuran Awal (mm)	Rata-Rata Ekspansi (mm)	Nilai Ekspansi (%)
A	1 Hari	24,3	24,67	0,015%
B		24,41	24,48	0,003%
C		24,58	24,63	0,002%
D		25,06	25,08	0,001%
A	7 Hari	24,3	24,67	0,015%
B		24,41	24,51	0,004%
C		24,58	24,66	0,003%
D		25,06	25,10	0,002%
A	14 Hari	24,3	24,69	0,016%
B		24,41	24,51	0,004%
C		24,58	24,71	0,005%
D		25,06	25,13	0,003%

**Gambar 9.** Grafik Ekspansi Mortar Bar pada Titik 3

4. KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan dan hasil dari pengujian yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil uji kuat tekan mortar yang telah dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari perendaman, nilai kuat tekan terkecil ditunjukkan oleh campuran 8% kaca dan 0% Ca(OH)_2 sedangkan nilai kuat tekan yang terbesar ditunjukkan oleh campuran 8% kaca dan 15% Ca(OH)_2
2. Berdasarkan hasil pengujian ASR pada mortar dengan campuran 8% kaca dan 0% Ca(OH)_2 menunjukkan bahwa pada umur 14 hari, nilai ekspansi yang terjadi melebihi dari nilai 0,01% yang dimana dapat diartikan bahwa mortar dengan campuran tersebut dianggap sangat reaktif dan berpotensi menyebabkan kerusakan ASR
3. Hasil dari pengujian ASR terhadap mortar dengan variasi campuran Ca(OH)_2 menunjukkan bahwa pada mortar dengan campuran 8% kaca dan 15% Ca(OH)_2 memiliki nilai ekspansi lebih kecil dari 0,01% yang dimana dapat diartikan bahwa campuran ini dianggap non-reaktif atau sedikit reaktif dikarenakan nilai ekspansi yang terjadi pada campuran ini lebih kecil dari 0,01%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abrar, A., Masril, & Dewi, S. (2021). *abrar. 1(PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KACA TERHADAP MUTU FC 14,5 DAN KUAT TEKAN BETON)*.
- [2] Labib, N. M., Setyawan, A., & Sumarsono, A. (2016). *ANALISA REAKSI ALKALI SILIKA AGREGAT TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON UNTUK PERKERASAN KAKU YANG TERHADAP AIR LAUT*
- [3] Muharram, M. F., & Walujodjati, E. (n.d.). *Pengaruh Penggunaan FLY ASH sebagai Substitusi Semen dan Limbah Kaca Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton*. <https://jurnal.itg.ac.id/>
- [4] Setiono, K., Christiono, N., & Hardjito, D. (2022). *PENGARUH PENGANTIAN SEBAGIAN FLY ASH DENGAN BERBAGAI KALSIUM HIDROKSIDA TERHADAP KARAKTERISTIK MORTAR 100% FLY ASH*
- [5] Kasmuri, M., Ayuningtias, A., Sipil, T., Jakarta, P. N., Prof, J., Siwabessy, G. A., Kukusan, K., & Beji, K. (n.d.). *PENGARUH ALKALI SILIKA REAKTIF PASIR TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR RENDAMAN*. In *Construction and Material Journal*. <http://jurnal.pnj.ac.id/index.php/cmj>
- [6] ASTM International. (2002). *Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)* (ASTM C 109/C 109M - 02)
- [7] ASTM International. (2014). *Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)* (ASTM C 1260– 07)