

Pengaruh Penggunaan Silica Fume Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Alir

Achmad Ihza Mahenda

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Nurul Rochmah

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Herry Widhiarto

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Alamat: Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur

Korespondensi penulis : ihzachan1@gmail.com

Abstract Concrete is a material that is commonly used when doing construction work today. Because concrete has several advantages when compared to other materials, such as being easy to form, resistant to weather changes, has high compressive strength, and is durable. In this study the use of Silica Fume as an additive to flow concrete has the function of improving the quality of flowing concrete. Silica Fume has an important role in affecting the chemical and mechanical properties of concrete. Judging from its chemical properties, Silica Fume geometrically fills the voids between cement materials, and causes the pore diameter to decrease and the total pore volume to decrease. Meanwhile, from its mechanical properties, Silica Fume has a pozzolanic reaction (a material containing silica/silica dioxide and alumina compounds) which reacts to the limestone released by the cement. The aim of the research is to increase the maximum compressive strength of flowing concrete by using Silica Fume added with varying percentages of 0%, 5%, 6%, 7.5%, 9%, 10.5% and 12% and using a superplasticizer of 1.5 %. From the results of the research conducted, it was found that flowing concrete with added silica fume on concrete compressive strength was able to reach 7.5% at 7 days of age of 25.91 MPa and at 28 days of concrete age was obtained at 26.19 MPa.

Keywords: Flowing Concrete, Compressive Strength, Silica Fume

Abstrak Beton merupakan material yang umum digunakan saat melakukan pekerjaan konstruksi saat ini. Karena beton memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan material lainnya, seperti mudah dibentuk, tahan terhadap perubahan cuaca, memiliki kuat tekan yang tinggi, dan tahan lama. Pada penelitian ini penggunaan Silica Fume sebagai bahan tambah pada beton alir yang mempunyai fungsi meningkatkan kualitas mutu beton alir. Silica Fume memiliki peran penting dalam mempengaruhi sifat kimia dan mekanik beton. Dilihat dari sifat kimianya, Silica Fume mengisi rongga antara material semen secara geometris, dan menyebabkan diameter pori mengecil dan volume pori total mengecil. Sedangkan dari sifat mekaniknya, Silica Fume memiliki reaksi pozzolan (bahan yang mengandung senyawa silika/silika dioksida dan alumina) yang bereaksi terhadap batu gamping yang dikeluarkan oleh semen. Tujuan dari penelitian

Received April 30, 2023; Revised Mei 20, 2023; Accepted Juni 05, 2023

* Achmad Ihza Mahenda, ihzachan1@gmail.com

meningkatkan kuat tekan maksimum pada beton alir dengan menggunakan bahan tambah Silica Fume dengan variasi presentase 0%, 5%, 6%, 7,5%, 9%, 10,5% dan 12% dan menggunakan superplasticizer sebesar 1,5%. Dari hasil penelitian yang dilakukan di dapat beton alir dengan bahan tambah silica fume pada kuat tekan beton mampu hingga mencapai 7,5% umur 7 hari sebesar 25,91 Mpa dan pada umur beton 28 hari didapat sebesar 26,19 Mpa.

Kata kunci: Beton Alir, Kuat Tekan, Silica Fume

LATAR BELAKANG

Pembangunan struktur di Indonesia saat ini terus mendukung kemajuan serta perkembangan Teknologi. Pembangunan pada dasarnya ditujukan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dengan membangun berbagai fasilitas dan aset pendukung dalam kehidupan masyarakat seperti pembangunan gedung-gedung tinggi, jembatan, infrastruktur, dan masih banyak lagi. banyak keperluan yang digunakan dalam proyek konstruksi, dan beton adalah salah satunya. Beton merupakan material yang digunakan secara umum saat melakukan pekerjaan konstruksi saat ini. Karena pada beton memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan material lainnya, seperti mudah dibentuk, tahan terhadap perubahan cuaca, memiliki kuat tekan yang tinggi, serta umur yang tahan lama.

Berdasarkan ASTM C 1017 *Terminologi* 3.1.1, “beton alir adalah beton yang mempunyai karakteristik slump diatas 190 mm (7-1/2 in)”. Untuk menjaga kohesivitas dari beton secara alami. Beton alir dapat menempatkan dirinya sendiri secara merata sesuai dengan permukaannya tanpa mengakibatkan segregasi dan *bleeding*. Segregasi adalah pemisahan dari berbagai bahan campuran beton, yaitu kecenderungan agregat kasar untuk lepas dari campuran beton. *Bleeding* merupakan bentuk dari segregasi dimana sejumlah air dalam campuran cenderung keluar kepermukaan beton dan keteralambatan pengerasan beton yang tidak normal. Beton alir digunakan untuk mengurangi biaya pemadatan dan mempercepat konstruksi. Beberapa keuntungan penggunaan beton alir untuk industri beton prategang antara lain: mengurangi kebisingan pada lokasi konstruksi, tanpa getaran, mengurangi jumlah tenaga kerja, pelaksanaan konstruksi lebih cepat (Joranda, 2018).

(ACI 212.3R-04, *Chemical Admixture for Concrete*, 1999) Beton alir harus menggunakan *plastizing admixture*, karena dengan menambahkan air hanya

menyebabkan penurunan kualitas beton. Beton alir umumnya digunakan di lingkungan yang membutuhkan tingkat *placement* yang maksimum, misalnya pada slab, mats, dan *pavement* (perkerasan) dan pada lokasi atau area yang ramai atau padat khususnya pada bagian-bagian yang bentuknya tidak biasanya atau tulangnya terlalu rapat.

Silica Fume merupakan material halus yang kaya akan silika dan merupakan hasil samping dari industri silikon ferro (ACI234.R-06). *Silica Fume* berwarna abu-abu dan mempunyai diameter berukuran antara 0,1 sampai 0,2 micron meter atau sekitar 1/100 ukuran semen (ACI234.R-06). *Silica Fume* adalah hasil samping industri oleh karena itu material tersebut relatif mudah untuk didapatkan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, material *Silica Fume* mampu mempengaruhi sifat-sifat beton contohnya kuat tekan dan durabilitas beton karena dapat memperkecil volume pori didalam beton.

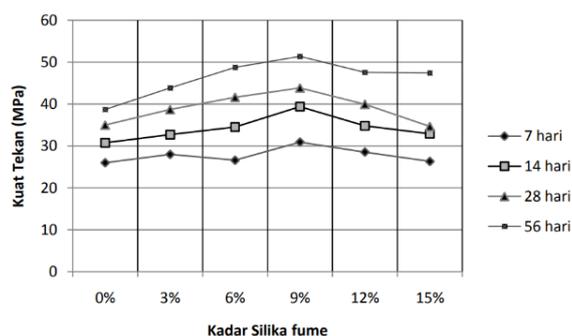
Silica Fume mempunyai fungsi efek pozolan dan inert filler yang dapat mengisi rongga antara pasta semen dengan agregat. Dalam teknologi beton, *Silica Fume* (SF) digunakan sebagai pengganti sebagian dari semen atau bahan tambahan pada saat sifat-sifat khusus beton dibutuhkan, seperti penempatan mudah, kekuatan tinggi, permeabilitas rendah, durabilitas tinggi, dan lain sebagainya. *Silica Fume* merupakan hasil sampingan dari produk logam silikon atau alloy ferosilikon (Ardiansyah, 2010).

Menurut standar "Specification for *Silica Fume* for Use in Hydraulic Cement Concrete and Mortar" (ASTM.C.1240,1995: 637-642), *Silica Fume* adalah material *pozzolan* yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau alloy besi silikon (dikenal sebagai gabungan antara *micro silica* dengan *Silica Fume*). *Silica Fume* merupakan bahan yang sebagian besar amorfus (*amorphous silico*), bahan spherical yang sangat lembut, yang terdiri dari pertikel-pertikel seperti kaca hasil dari pembekuan cepat 'agaseous SiO, bila bersentuhan dengan udara terjadi oksidasi secara cepat di dalam pendingin bagian dari 'furnace yang menghasilkan logam metal alloy ferosilikon. Kandungan SiO₂ yang tinggi dalam SF yang mencapai 85 sampai 98 persen, berguna untuk keperluan campuran semen (Khaya, 1997).

Dengan menambahkan zat additive yang berfungsi memudahkan pengerjaan beton tetapi tetap menjaga nilai faktor air semen yang ditentukan yaitu menggunakan *Superplasticizer*. *Superplasticizer* adalah bahan tambah yang dimasukkan kedalam beton segar yang berfungsi dapat meningkatkan nilai slump untuk memudahkan workability. *Superplasticizer* juga dapat meningkatkan mutu beton akibat pengurangan pemakaian air

sehingga faktor air semen menjadi lebih rendah dengan slump yang meningkat. Faktor air semen yang merupakan faktor utama penentu mutu beton. Citrakusuma (2012) melakukan penelitian SCC (Self-Compacting Concrete) dengan kadar *Superplasticizer* yang bervariasi dari semua hasil pengujian SCC (pengujian *slump-flow* dan kuat tekan) dengan penambahan *Superplasticizer* yang bervariasi (1,2%, 1,3%, 1,4%, 1,5% dan 1,6%) telah memenuhi persyaratan SCC yang telah ditetapkan. pada penelitian ini didapat nilai kuat tekan rata-rata tertinggi pada persentase variasi *Superplasticizer* 1,5% yaitu sebesar 1024,14 kg/cm² dengan nilai faktor air semen (FAS) 0,288.

Karena penelitian sebelumnya oleh (Sebayang, 2011) Adukan beton terdiri dari 6 variasi, yaitu kadar silika fume 0 %, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%. Dari hasil penelitian diperoleh, secara umum semakin besar kadar silika fume pada adukan beton maka kelecakan beton semakin berkurang. Penggunaan silika fume ternyata dapat membuat adukan menjadi kohesif dan tidak terjadi segregasi pada adukan beton. Penggunaan silika fume pada adukan beton memperlambat waktu pengikatan awal dan pengikatan akhir beton. Hasil pengujian menunjukkan nilai Kuat tekan optimum beton bersilika fume sebesar 43,83 MPa, pada umur 28 hari diperoleh pada kadar *Silica Fume* 9 % sebagai bahan tambahan. Menurut (Davendra, 2021) di temukan penambahan *Silica Fume* sebagai bahan tambah pada beton mutu tinggi terhadap kuat tekan beton. Menggunakan variasi 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, dan 10% pada penelitian ini variasi 5% memiliki nilai kuat tekan optimum beton dari umur 7, 14, dan 28 hari meningkat sebesar 43,4 Mpa, 46,3 Mpa, dan 55,8 Mpa.

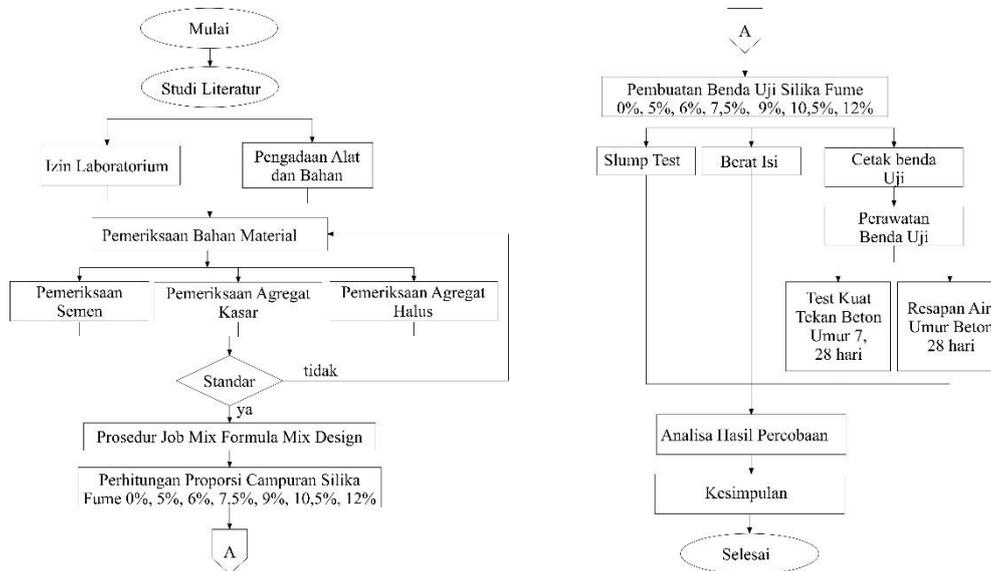


Sumber : (Surya Sebayang, 2015)

Maka dari itu, penelitian ini akan membahas tentang pengaruh penggunaan *Silica Fume* sebagai bahan tambah semen terhadap kuat tekan beton alir. Pada penelitian kali ini, hal-hal yang diamati adalah kuat tekan beton alir dengan persentase penggunaan

Superplasticizer sebesar 1,5% dan persentase penggunaan abu silika fume sebesar 0%, 5%, 6%, 7,5%, 9%, 10,5% dan 12%.

METODE PENELITIAN



Gambar 1 Diagram Alir

Penelitian ini dilakukan di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang terletak di jl. Semolowaru no 45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya. Berikut merupakan spesifikasi material yang digunakan :

1. Semen

Semen portland komposit (PCC) yaitu Semen Gresik.

2. Agregat Kasar (Kerikil)

Agregat kasar (kerikil) ukuran butir dua macam yaitu 5 – 10 mm dan 10 – 20 mm.

3. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus (pasir) yang berasal dari wilayah kabupaten Lumajang, Jawa Timur.

4. Air PDAM

Air untuk campuran beton dan perawatan beton adalah air yang berasal dari lingkungan Laboratorium Prodi Teknik Sipil Untag Surabaya.

5. Silica Fume

Silica Fume dari PT. Sika Indonesia

6. Superplasticizer

Dengan jenis Sikament LN dari PT. Sika Indonesia dengan presentase 1,5%.

Pada penelitian ini terdapat 7 macam campuran yang dibedakan sesuai persentase silica fume yang digunakan. Proporsi silica fume yang dipakai ialah 0%, 5%, 6%, 7,5%, 9%, 10,5% dan 12% yang diambil dari berat total semen serta jumlah benda uji pada penelitian ini sebanyak 56 benda uji.

Tabel 1 Perencanaan Benda Uji (Data Peneliti, 2022)

| NamaBenda Uji | Silica Fume (%) | Kuat Tekan | |
|---------------|-----------------|--------------|---------|
| | | 7 Hari | 28 Hari |
| SF0 | 0% | 3 Buah | 3 Buah |
| SP5 | 5% | 3 Buah | 3 Buah |
| SF6 | 6% | 3 Buah | 3 Buah |
| SF7,5 | 7,5% | 3 Buah | 3 Buah |
| SP9 | 9% | 3 Buah | 3 Buah |
| SF10,5 | 10,5% | 3 Buah | 3 Buah |
| SF12 | 12% | 3 Buah | 3 Buah |
| Total | | 42 Benda Uji | |

HASIL DAN DISKUSI

Proporsi Material

Pada penelitian ini variasi silica fume yang dipakai ialah 0%, 5%, 6%, 7,5%, 9%, 10,5% dan 12%. Silica fume yang digunakan berperan sebagai bahan tambah dalam campuran beton. Sampel yang digunakan ialah silinder 15 x 30 cm untuk pengujian kuat tekan serta pengujian resapan menggunakan silinder 10 x 20 cm. Komposisi Bahan Penyusun Beton Alir sesuai *EFNARC*; hal 20. Berikut merupakan proporsi yang akan digunakan dalam pencampuran beton.

Tabel 2 Rancangan Proporsi Untuk Masing-Masing 3 Benda Uji (Data Peneliti, 2022)

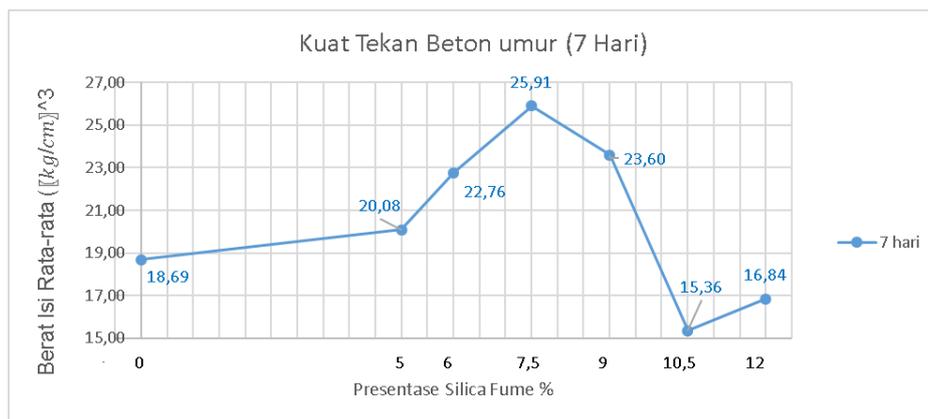
| Komposisi | Semen (kg) | SF (kg) | Pasir (kg) | Kerikil (kg) | | SP (kg) | Air (kg) |
|-----------|------------|---------|------------|--------------|--------|---------|----------|
| | | | | 10-20mm | 5-10mm | | |
| SF 0% | 9,05 | 0,0 | 18,854 | 12,509 | 4,173 | 0,136 | 3,585 |
| SF 5% | 9,05 | 0,453 | 18,854 | 12,509 | 4,173 | 0,136 | 3,585 |
| SF 6% | 9,05 | 0,543 | 18,854 | 12,509 | 4,173 | 0,136 | 3,585 |
| SF 7,5% | 9,05 | 0,679 | 18,854 | 12,509 | 4,173 | 0,136 | 3,585 |
| SF 9% | 9,05 | 0,815 | 18,854 | 12,509 | 4,173 | 0,136 | 3,585 |
| SF 10,5% | 9,05 | 0,950 | 18,854 | 12,509 | 4,173 | 0,136 | 3,585 |
| SF 12% | 9,05 | 1,086 | 18,854 | 12,509 | 4,173 | 0,136 | 3,585 |

Analisa Hasil Test

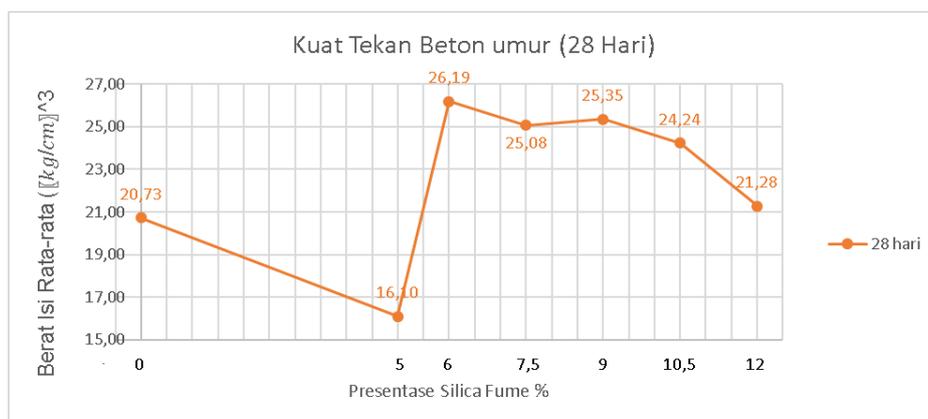
Setelah pengecoran beton selesai sesuai dengan persyaratan di atas, perawatan beton dilakukan dengan cara direndam didalam air selama 6 dan 27 hari dan kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui kuat tekan beton tersebut. Adapun hasil dari pengetesan kuat tekan beton ialah

Tabel 3 Hasil Kuat Tekan Beton Di Hari 7 dan 28 (Data Peneliti, 2023)

| Kadar Silica Fume | Kuat Tekan Umur 7 Hari | Kuat Tekan Umur 28 Hari |
|------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Presentase Silica Fume 0% | 18,69 | 20,73 |
| Presentase Silica Fume 5% | 20,08 | 16,10 |
| Presentase Silica Fume 6% | 22,76 | 26,19 |
| Presentase Silica Fume 7,5% | 25,91 | 25,08 |
| Presentase Silica Fume 9% | 23,60 | 25,35 |
| Presentase Silica Fume 10,5% | 15,36 | 24,24 |
| Presentase Silica Fume 12% | 16,84 | 21,28 |



Gambar 2 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 7 hari



Gambar 3 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dan disajikan dalam grafik diatas dapat disimpulkan bahwa persentase dengan campuran Silica Fume 7,5% memiliki nilai kuat tekan rata – rata tertinggi baik pada umur tujuh hari yaitu dengan nilai kuat tekan sebesar 25,91 Mpa, sedangkan nilai kuat tekan pada umur dua puluh delapan hari yaitusebesar 26,19 Mpa pada penambahan silica fume dengan presentase ke 6%. selain itu ukuran diameter silica fume yang sekitar 1/100 dari semen mempunyai keuntungan dapat mengisi rongga-rongga pada transition zone yang terdapat antara pasta dengan agregat. (Sutriyono 2018).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan silica fume sebagai bahan tambah semen dalam pembuatan beton alir dapat berpengaruh terhadap kuat tekan. Kuat tekan meningkat seiring dengan pertambahan silica fume sampai

sebanyak 7,5% dan 6%. Hal tersebut disebabkan karena efek pozolan dan microfiller pada silica fume. Kuat tekan maksimum yang didapatkan adalah 25,91 Mpa pada presentase 7,5% umur 7 hari, pada benda uji 6% umur 28 hari di dapatkan kuat tekan maksimum sebesar 26,19 Mpa pada kandungan silica fume serta dengan bahan tambah silica fume mampu mengisi rongga yang ada pada beton sehingga air yang teresap pada saat curing tidak terlalu banyak di bandingkan tanpa silica fume.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Tuhan YME,
2. Orang tua yang selalu mendukung,
3. Teman-teman yang selalu membantu
4. PT. Waskita yang memberikan sponsor material
5. PT. Sika Indonesia yang telah memberikan sponsor material silica fume dan superplasticizer

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. (1995). ASTM C 117 – 95. *Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No.200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing*. United States : ASTM International.
- ASTM International. (1997). ASTM C 29/C 29M – 97. *Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate*. United States : ASTM International.
- ASTM International. (1997). ASTM C 566 – 97. *Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*. United States : ASTM International.
- ASTM International. (2001). ASTM C 127 – 01. *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate*. United States : ASTM International.
- ASTM International. (2001). ASTM C 128 – 01. *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*. United States : ASTM International.
- ASTM International. (2001). ASTM C 136 – 01. *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. United States : ASTM International.
- ASTM International. (2003). ASTM C 33 – 03. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. United States : ASTM : International.
- ASTM International. (2004). ASTM C 187 – 04. *Standard Test Method for Normal Consistency of Hydraulic Cement*. United States : ASTM International.

- ASTM International. (2005). ASTM C 618 – 05. *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. United States : ASTM International.
- ASTM International. (2008). ASTM C 191 – 08. *Standard Test Methods for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle*. United States ASTM International.
- ASTM International. (2014). ASTM C 131/C131M – 14. *Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small – Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine*. United States : ASTM International.
- ASTM. (2020). C1240 Standard Specification for Silica Fume Used in Cementitious Mixtures. *Annual Book of ASTM Standards*, 1–7.
- Rochmah, N., Sutriyono, B., Beatrix, M., & Pertiwi, D. (2022). Pengaruh Abu Sekam Sebagai Substitusi Semen Pada Kuat Tekan Flowing Concrete. 10(1), 19–024.
- Sebayang, S. (2011). Tinjauan Sifat-Sifat Mekanik Beton Alir Mutu Tinggi dengan Silika Fume sebagai Bahan Tambahan. *Journal Rekayasa*, 15(2), 131–138.
- Simatupang, P. H., Nasjono, J. K., & Mite, K. G. (2017). Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan. *Jurnal Teknik Sipil*, VI(2), 219–230.