

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN PENGGUNAAN PASIR GUNUNG MERAPI
DENGAN PASIR SLAWI TEGAL TERHADAP
KARAKTERISTIK MEKANIK BETON *SELF COMPACTING*
CONCRETE (SCC)**

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung



Disusun Oleh

Rachmat Faisal Santoso
NIM:30202000158

Tegar Fajar Heriansyah
NIM:30202000278

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

PERBANDINGAN PENGGUNAAN PASIR GUNUNG
MERAPI DENGAN PASIR SLAWI TEGAL
TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK BETON
SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)



Rachmat Faisal Santoso
NIM : 30202000158



Tegar Fajar Heriansyah
NIM : 30202000278

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 29 Januari 2024.

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Prof. Dr. Ir. Antonius, MT**
NIDN: 0605046703
2. **Dr. Ir. H. Sumirin, MS**
NIDN: 0004055302
3. **Dr. Abdul Rochim, ST., MT**
NIDN: 0608067601

Three handwritten signatures in black ink, each placed above a dotted line. The signatures correspond to the three members of the examination team listed on the left.

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung

A handwritten signature in blue ink, placed above a dotted line. The signature is stylized and appears to be 'M. Rusli'.

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.
NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 46 / A.2 / SA – T / I / 2024

Pada hari Senin tanggal 29-01-2024 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Prof. Dr. Ir. Antonius. MT
Jabatan Akademik : Guru Besar
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Dr. Ir. H. Sumirin, MS
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Rachmat Faisal Santoso
NIM : 30202000158

Tegar Fajar Heriansyah
NIM : 30202000278

Judul : Perbandingan Penggunaan Pasir Gunung Merapi Dengan Pasir Slawi Tegal Terhadap Karakteristik Mekanik Beton Self Compacting Concrete (SCC).

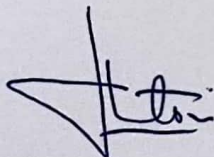
Dengan tahapan sebagai berikut :

| No | Tahapan | Tanggal | Keterangan |
|----|-----------------------------|------------|------------|
| 1 | Penunjukan dosen pembimbing | 25/09/2023 | |
| 2 | Seminar Proposal | 21/11/2023 | ACC |
| 3 | Pengumpulan data | 28/11/2023 | |
| 4 | Analisis data | 10/12/2023 | |
| 5 | Penyusunan laporan | 30/12/2023 | |
| 6 | Selesai laporan | 25/01/2024 | ACC |

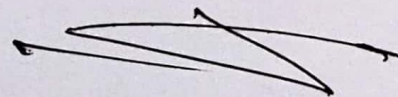
Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

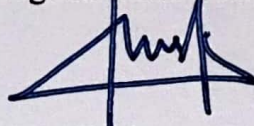


Prof. Dr. Ir. Antonius, MT



Dr. Ir. H. Sumirin, MS

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA: Rachmat Faisal Santoso

NIM : 30202000158

2. NAMA: Tegar Fajar Heriansyah

NIM : 30202000278

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul : PERBANDINGAN PENGGUNAAN PASIR GUNUNG MERAPI DENGAN PASIR SLAWI TEGAL TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* (SCC).

Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, Januari 2024

Yang membuat pernyataan,



Rachmat Faisal Santoso
30202000158



Tegar Fajar Heriansyah
30202000278

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

1. NAMA : Rachmat Faisal Santoso
NIM : 30202000158

2. NAMA : Tegar Fajar Heriansyah
NIM : 30202000278

JUDUL TUGAS AKHIR : PERBANDINGAN PENGGUNAAN PASIR GUNUNG MERAPI DENGAN PASIR SLAWI TEGAL TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK BETON SELF COMPACTING CONCRETE (SCC).

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya. Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, Januari 2024
Yang membuat pernyataan,



Rachmat Faisal Santoso
30202000158



Tegar Fajar Heriansyah
30202000278

MOTTO

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.”
(Ali Imron : 110)

اللَّهُمَّ لَكَ أَسْلَمْتُ وَبِكَ آمَنْتُ وَعَلَيْكَ تَوَكَّلْتُ وَإِلَيْكَ أُنْبِتُ وَبِكَ خَاصَمْتُ، اللَّهُمَّ إِنِّي أَعُوذُ بِعِزَّتِكَ لَا إِلَهَ إِلَّا أَنْتَ أَنْ تُصَلِّيَنِي، أَنْتَ الْحَيُّ الَّذِي لَا يَمُوتُ وَالْجَنُّ وَالْإِنْسُ يَمُوتُونَ

“Ya Allah, aku berserah diri kepada-Mu, aku beriman kepada-Mu, aku bertawakal kepada-Mu, aku bertaubat kepada-Mu, dan aku mengadukan urusanku kepada-Mu. Ya Allah, sesungguhnya aku berlindung dengan kemuliaan-Mu – tidak ada ilah (sesembahan) yang berhak disembah selain Engkau – dari segala hal yang bisa menyesatkanku. Engkau Mahahidup dan tidak mati, sedangkan jin dan manusia pasti mati”.

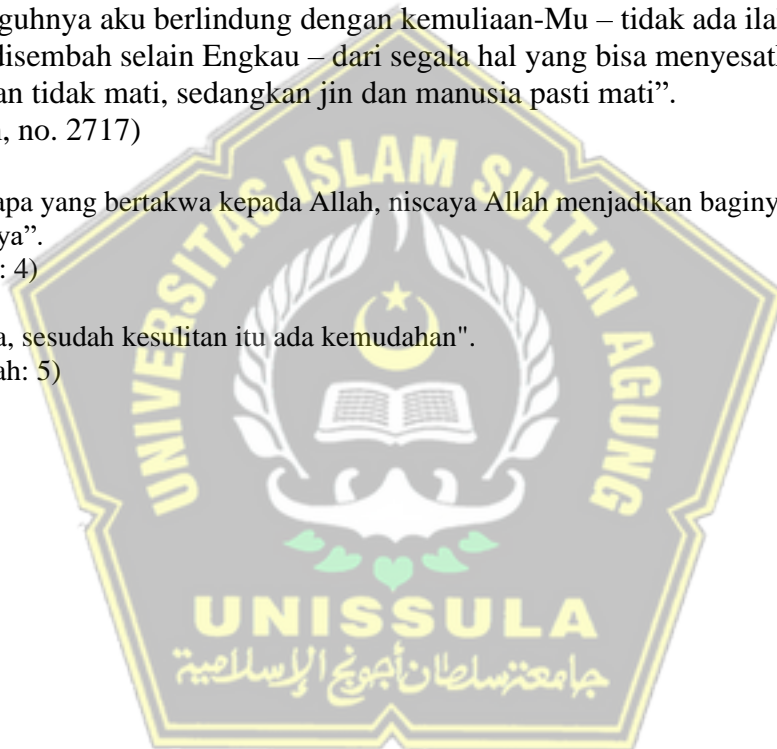
(HR. Muslim, no. 2717)

“Dan barangsiapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Allah menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya”.

(Q.S At-Talaq: 4)

"Sesungguhnya, sesudah kesulitan itu ada kemudahan".

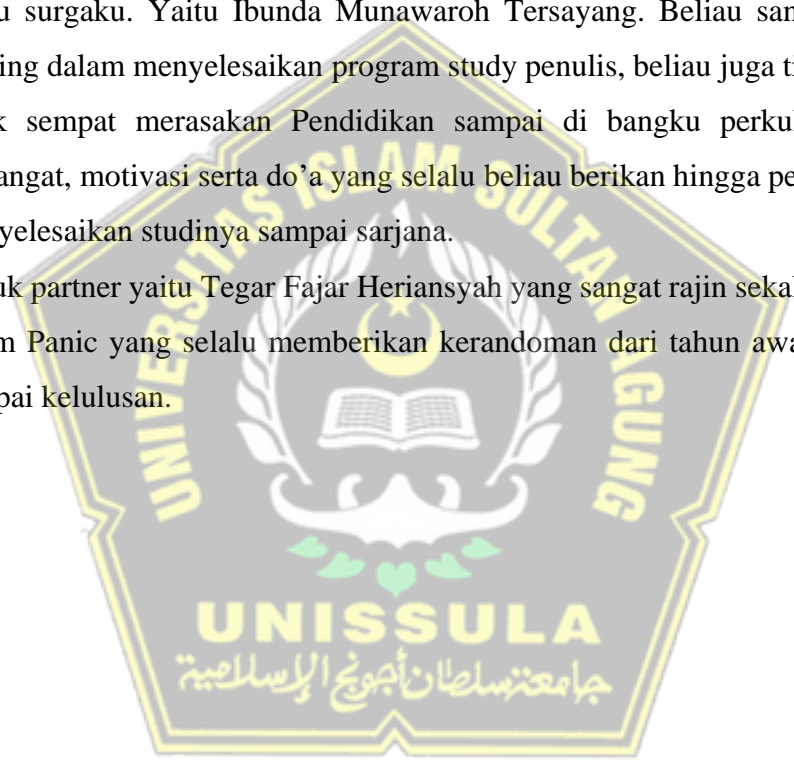
(Q.S Al-Insyirah: 5)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Superhero dan panutanku, Muhammad Taufiq . Beliau memang tidak sempat merasakan Pendidikan sampai bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik menulis, memotivasi. Memberikan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana
2. Pintu surgaku. Yaitu Ibunda Munawaroh Tersayang. Beliau sangat berperan penting dalam menyelesaikan program study penulis, beliau juga tidak memang tidak sempat merasakan Pendidikan sampai di bangku perkuliahan , tapi semangat, motivasi serta do'a yang selalu beliau berikan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
3. Untuk partner yaitu Tegar Fajar Heriansyah yang sangat rajin sekali
4. Team Panic yang selalu memberikan kerandoman dari tahun awal maba sampai kelulusan.



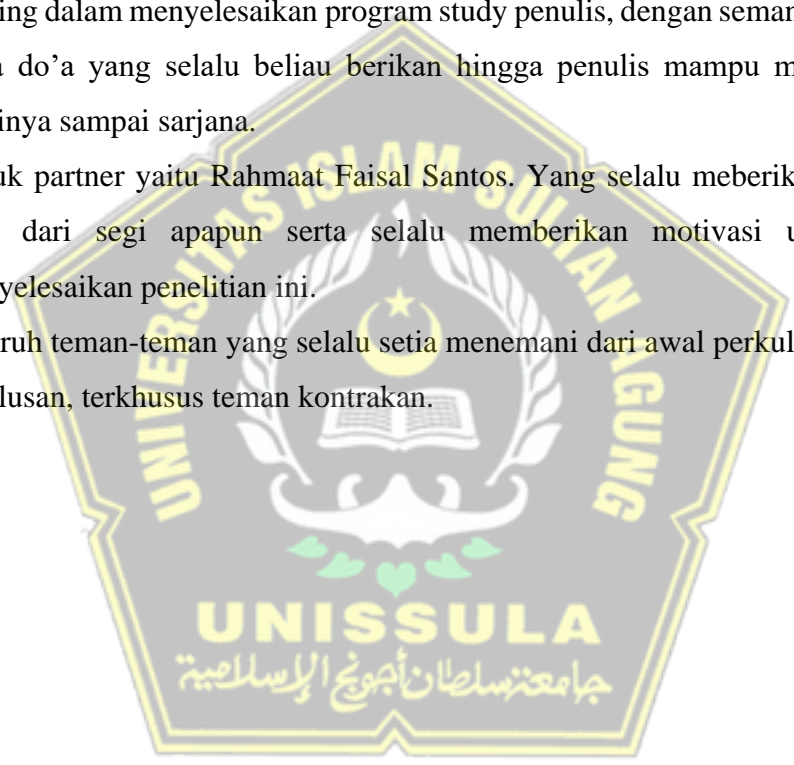
Rachmat Faisal Santoso

30202000158

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Superhero dan panutanku, Ayahanda Subekhi. Beliau mampu mendidik menulis, memotivasi. Memberikan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
2. Pintu surgaku. Yaitu Ibunda Tersayang Ibu Eva Maria. Beliau sangat berperan penting dalam menyelesaikan program study penulis, dengan semangat, motivasi serta do'a yang selalu beliau berikan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
3. Untuk partner yaitu Rahmaat Faisal Santos. Yang selalu meberikan dukungan baik dari segi apapun serta selalu memberikan motivasi untuk segera menyelesaikan penelitian ini.
4. Seluruh teman-teman yang selalu setia menemani dari awal perkuliahan sampai kelulusan, terkhusus teman kontrakan.



Tegar Fajar Heriansyah

30202000278

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Perbandingan Penggunaan Pasir Gunung Merapi Dengan Pasir Slawi Tegal Terhadap Karakteristik Mekanik Beton Self Compacting Concrete (SCC) guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Antonius. MT., selaku Dosen Pembimbing Pertama yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini berlangsung dengan baik.
4. Bapak Dr. Ir. H. Sumirin. MS., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini berlangsung dengan baik.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR | iii |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI..... | iv |
| PERNYATAAN KEASILAN..... | v |
| MOTTO | vi |
| PERSEMBAHAN..... | vii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| ABSTRACT | xv |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5 Sistematik Penulisan..... | 3 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1 Beton | 5 |
| 2.2 Difinisi <i>Self Compacting Concrete</i> | 7 |
| 2.3 Karakteristik <i>Self Compacting Concrete</i> | 7 |
| 2.4 Bahan Penyusun Beton | 9 |
| 2.4.1. Agregat | 9 |
| 2.4.2. Semen..... | 10 |
| 2.4.3. Air..... | 11 |
| 2.4.4. Bahan Campuran (<i>zat akdictive</i>)..... | 11 |
| 2.5 Pengujian Material Beton | 13 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5.1. Pengujian Berat Jenis..... | 13 |
| 2.5.2. Pengujian Air Resapan..... | 13 |
| 2.5.3. Pengujian Kadar Lumpur..... | 13 |
| 2.5.4. Pengujian Analisis Saringan Agregat | 14 |
| 2.6 Metode Pengujian Benda Uji | 15 |
| 2.6.1. Pengujian Slump Flow..... | 15 |
| 2.6.2. Pengujian Kuat Tekan | 15 |
| 2.7 Perawatan Beton | 17 |
| | |
| BAB III METODELOGI PENELITIAN | 19 |
| 3.1 Jenis Penelitian | 19 |
| 3.2 Lokasi Penelitian | 19 |
| 3.3 Alat dan Bahan | 19 |
| 3.3.1. Alat | 19 |
| 3.3.2. Bahan..... | 20 |
| 3.4 Rancangan Penelitian..... | 20 |
| 3.4.1. Study Literatur..... | 20 |
| 3.4.2. Persiapan Bahan Penelitian..... | 21 |
| 3.5 Variable Penelitian..... | 26 |
| 3.5.1. Variable Bebas | 26 |
| 3.5.2. Variable Terikat..... | 26 |
| 3.6 Prosedur Penelitian | 26 |
| 3.6.1. Persiapan Alat dan Bahan..... | 26 |
| 3.6.2. Pembuatan Beton Normal dan Campuran | 26 |
| 3.7 Tahap Penelitian | 27 |
| 3.7.1. Persiapan..... | 27 |
| 3.7.2. Persiapan Data Bahan Susun Beton | 27 |
| 3.7.3. Perencanaan Campuran..... | 27 |
| 3.7.4. Pembuatan Benda Uji..... | 27 |
| 3.7.5. Perawatan Benda Uji | 28 |
| 3.7.6. Pengujian Benda Uji | 28 |
| | |
| BAB IV HASIL PENELITIAN | 31 |
| 4.1 Hasil Pengujian Material..... | 31 |
| 4.1.1 Pengujian Agregat Halus | 31 |
| 4.1.2 Pengujian Agregat Kasar | 35 |
| 4.2 Mix Design..... | 38 |

| | |
|--------------------------------------|-------|
| 4.3 <i>Slump Flow Test</i> | 39 |
| 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan | 40 |
| | |
| BAB V PENUTUP..... | 43 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 43 |
| 5.2 Saran..... | 43 |
| DAFTAR PUSTAKA | xvii |
| LAMPIRAN..... | xviii |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Kandungan <i>Pozzolan</i> Pada Semen | 10 |
| Tabel 2.2 Nilai Kalibrasi Beton..... | 16 |
| Tabel 3.1 Nama Alat Pengujian | 20 |
| Tabel 3.2 Benda Uji Perhitungan Kuat Tekan Beton..... | 21 |
| Tabel 3.3 Bagan Alir Penelitian | 30 |
| Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Pengujian Analisa Saringan..... | 31 |
| Tabel 4.2 Batas Gradasi Pasir | 32 |
| Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Berat Jenis Pasir | 33 |
| Tabel 4.4 Hasil Pengujian Air Resapan..... | 34 |
| Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Lumpur..... | 35 |
| Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar.... | 35 |
| Tabel 4.7 Gradasi Agregat Kasar | 36 |
| Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Berat Jenis Agregat Kasar | 37 |
| Tabel 4.9 Hasil Pengujian Air Resapan..... | 37 |
| Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kadar Lumpur..... | 38 |
| Tabel 4.11 Hasil Perhitungan <i>Mix Design</i> | 38 |
| Tabel 4.12 Kebutuhan Material..... | 39 |
| Tabel 4.13 Nilai <i>Slump Flow</i> | 39 |
| Tabel 4.14 Hasil Uji Kuat Tekan Beton..... | 40 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Prinsip dasar produksi SCC..... | 8 |
| Gambar 2.2 <i>Silica Fume</i> | 12 |
| Gambar 2.3 Alat <i>Slump Flow Test</i> | 15 |
| Gambar 2.4 Alat Uji Kuat Beton..... | 16 |
| Gambar 4.1 Grafik Gradasi Pasir Zona 2 | 32 |
| Gambar 4.2 Grafik Gradasi Agregat Kasar | 36 |
| Gambar 4.3 Diagram Nilai <i>Slump Flow Test</i> | 40 |
| Gambar 4.4 Diagram Hasil Uji Kuat Tekan Beton | 41 |
| Gambar 4.5 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Usia 7 & 28 Hari | 42 |



ABSTRAK

Beton terdiri dari campuran beberapa bahan, termasuk air, agregat kasar, agregat halus, dan bahan tambahan. Pasir Gunung Merapi dan pasir Slawi Tegal adalah dua jenis agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini. Pasir Gunung Merapi memiliki kualitas tinggi karena pola partikelnya yang bersudut. Pola partikel ini membuatnya lebih kuat terikat pada degran semen. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan pasir Slawi Tegal dengan pasir Gunung Merapi berdasarkan sifat mekanik beton.

Pembuatan benda uji dilakukan dengan menggunakan beton silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Faktor air semen (FAS) divariasikan menjadi 0.5, dan silika fume digunakan sebagai substitusi pengganti parsial semen dengan variasi 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5%. Penelitian ini menggunakan metode percobaan. Studi ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Dalam penelitian ini, agregat (kasar dan halus) dan sifat mekanik beton (kuat tekan) diuji.

Dari hasil penelitian didapatkan pada pasir Muntilan dengan variasi silika fume 12,5% memiliki nilai kuat tekan paling besar yaitu 34.647 Mpa, sedangkan pada pasir Slawi dengan variasi 0% memiliki kuat tekan paling besar 30,919 Mpa. Hasil tersebut memenuhi dari kuat tekan rencana 25 Mpa. Pada pasir Muntilan penambahan *silica fume* membuat peningkatan nilai kuat tekan, sedangkan pada pasir Slawi penambahan silika fume membuat penurunan kuat tekan.

Kata Kunci : Faktor Air Semen; Karakteristik Mekanik Beton; Pasir Gunung Merapi; Pasir Slawi Tegal; *silica fume*

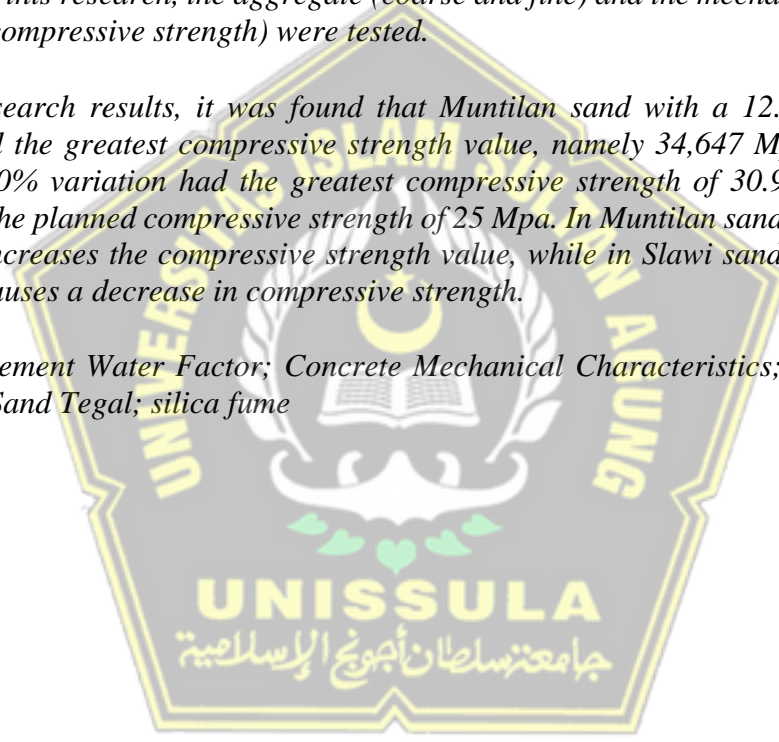
Abstrack

Concrete consists of a mixture of several ingredients, including water, coarse aggregate, fine aggregate, and additives. Mount Merapi sand and Slawi Tegal sand are the two types of fine aggregate used in this research. Mount Merapi sand has high quality because of its angular particle pattern. This particle pattern makes it bond more strongly to the cement. Thus, the aim of this research is to compare Slawi Tegal sand with Mount Merapi sand based on the mechanical properties of concrete.

The test objects were made using cylindrical concrete with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. The cement water factor (FAS) was varied to 0.5, and silica fume was used as a partial cement substitute with variations of 0%, 7.5%, 10%, and 12.5%. This research uses an experimental method. This study was conducted at the Construction Materials Technology Laboratory, Faculty of Engineering, Sultan Agung Islamic University, Semarang. In this research, the aggregate (coarse and fine) and the mechanical properties of concrete (compressive strength) were tested.

From the research results, it was found that Muntilan sand with a 12.5% silica fume variation had the greatest compressive strength value, namely 34,647 Mpa, while Slawi sand with a 0% variation had the greatest compressive strength of 30.919 Mpa. These results meet the planned compressive strength of 25 Mpa. In Muntilan sand, the addition of silica fume increases the compressive strength value, while in Slawi sand the addition of silica fume causes a decrease in compressive strength.

Keywords: *Cement Water Factor; Concrete Mechanical Characteristics; Mount Merapi Sand; Slawi Sand Tegal; silica fume*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Self Compacting Concrete juga sering disebutkan SCC, dimana bahan komposit struktur bangunan yang dapat memadat dengan sifat karakteristiknya sendiri (tanpa vibrator) serta dapat mengalir ke cela-cela yang sulit terjangkau dengan sifat karakteristiknya sendiri. Ini memungkinkan pengisian bakesing dengan jenuh tanpa segregasi. Komponen beton SCC sendiri terdiri dari beberapa komponen diantaranya agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), semen, maupun air sebagai bahan perekatnya, namun terdapat bahan tambahan *superplasticizer* sebagai bahan campur.

Untuk meningkatkan komposisi bahan beton SCC, penelitian terus dilakukan untuk menentukan kadar *superplasticizer* yang tepat supaya mendapatkan hasil sesuai untuk beton SCC. Banyak penelitian dilakukan untuk mencari kadar *superplasticizer* yang ideal pada beton SCC (*Self Compacting Concrete*). Menggunakan komponen variasi ukuran *superplasticizer* 1,5%, 2% dan 3% pada SCC. (Sugiharto *et al.*2001), dari penelitian lainnya terdapat pengaruh komposisi takaran *superplasticizer* 0,4%, 0,6% dan 0,8% terhadap nilai pengujian slump flow menggunakan kerucut Abrams dan kuat lentur (Wihardi *et al.*2006), variasi penambahan abu batu 5%-25% dengan *superplasticizer* 1,5% oleh (Yuza,2008) merupakan penelitian yang telah didapat untuk mengetahui nilai efisien kadar *superplasticizer* yang tepat terhadap SCC.

Pada hasil akhirnya juga dapat dipengaruhi oleh ketidak sesuaian jenis *superplasticizer* mengalami perbedaan, adapun hal lainnya seperti pasir, kerikil, dan semen yang digunakan untuk tujuan penyelidikan. Akibatnya, penelitian ini dilakukan lagi dengan *superplasticizer* dengan variasi 2% dan bahan tambah *silica fume*. Diharapkan bahwa penggunaan *silica fume* dan cairan *superplasticizer* dapat meningkatkan kualitas mutu beton maupun pada karakteristik beton SCC itu sendiri. Selain itu, beton memerlukan kestabilan suhu

menggunakan perawatan (*curing*) pada usia 7 dan 28 hari untuk mencegah kehilangan air semen yang signifikan selama masa pembuatan dan untuk meningkatkan kekuatan tekannya. Mengingat unsur silikanya yang tinggi dan kadar SiO₂ 98%, bahan mineral ini dapat digunakan sebagai pengganti semen untuk meningkatkan kinerja beton, termasuk kekuatan tekannya, kekuatan lenturnya, dan daya tahannya.

Pada Studi yang berjudul "Perbandingan Pasir Gunung Merapi Dengan Pasir Slawi Tegal Terhadap Karakteristik Mekanik Beton Self Compacting Concrete (SCC)" diharapkan akan menghasilkan hasil tekan beton yang baik saat digunakan. Diharapkan bahwa penelitian ini akan memberikan kontribusi penelitian yang berguna dan pengalaman bagi masyarakat. Kemudian bisa diimplementasikan pada pekerjaan dan diteliti lagi kemudian hari.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah berikut muncul dari diskusi sebelumnya:

1. Bagaimana karakteristik dari pasir Muntilan dan pasir Slawi?
2. Bagaimana karakteristik mekanik beton dengan menggunakan pasir Slawi Tegal dengan pembanding pasir Gunung Merapi dengan FAS (faktor air semen) 0,5 dengan variasi *silica fume* 0 %, 7,5%, 10%, dan 12,5%, serta *superplasticizer* 2%?
3. Bagaimana pengaruh variasi *silica fume* pada perkuatan tekan umur 7, dan 28 hari disetiap komposisi beton SCC dengan *curing*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pengujian eksperimen ini menyertai:

1. Mengetahui karakteristik pasir Muntilan dan pasir Slawi Tegal.
2. Mengetahui karakteristik mekanik (kuat tekan) pada beton SCC yang dibuat dengan variasi tambahan *silica fume* 0 %, 7,5%, 10%, dan 12,5%, dan

superplasticizer 2%

3. Memahami dan mempelajari bagaimana variasi *silica fume* berdampak pada kuat tekan diumur 7, dan 28 hari disetiap kombinasi campuran beton *self compacting concrete* menggunakan metode *curing*.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih fokus dan fleksibel, pokok berikut harus dibatasi:

1. Uji karakteristik mekanik beton selama 28 hari curing.
2. Uji karakteristik mekanik beton untuk kekuatan tekan selama 7 dan 28 hari.
3. Pengujian beton segar melibatkan *slump flow*.
4. Variasi faktor air semen (FAS) yang digunakan di penelitian ini ialah 0.5.

1.5 Sistematik Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini memaparkan tentang apa yang me latar belakang penelitian, rumusan p a d a masalah, tujuan masalah penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Penguraian landasan aturan penemuan hasil pengujian, dan penelitian sebelumnya dan menjadi pedoman serta landasan untuk melakukan penelitian ini secara tersusun.

BAB III : METODELOGI PENELITIAN

Pemaparan konsep penelitian dan prosedur penelitian yang dilakukan, yaitu menguraikan serta menjabarkan metode penelitian, pengumpulan hasil data penelitian, pengujian-pengujian yang dilaksanakan dalam penelitian.

BAB IV : HASIL PENELITIAN

Penguraian pada pengolahan data dan hasil dari pengujian yang dilakukan yang akan dibahas sesuai tujuan penelitian ini.

BAB V : PENUTUP

Berisi hasil kesimpulan dari hasil permasalahan dan tujuan penelitian serta saran yang disampaikan mengenai penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Menurut Mulyono (2003), beton didefinisikan berdasarkan beberapa bahan yang membentuknya. Mereka terdiri dari air, agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), semen hidrolis atau semen portland, dan bahan tambah, yang biasanya disebut sebagai campuran atau tambahan. Beton digunakan untuk banyak proyek infrastruktur karena mudah dirawat dan tahan api. Agregat, semen, dan air adalah komponen utama komposit beton.

Kerikil atau batu pecah umumnya digunakan sebagai agregat kasar, sedangkan pasir merupakan agregat halus yang mengisi proporsi volume paling dominan. Pada penyusunannya ruang-ruang kosong setelah pencampuran agregat akan diisi dengan campuran air dan semen fungsi untuk campuran tersebut adalah sebagai bahan pelekat yang mampu menjadikan semua bahan penyusunnya dapat menyatu menjadi satu kesatuan yang padat. Campuran air dan semen akan mengalami pengerasan dikarenakan melalui proses kimiawi atau disebut sebagai hidrasi. Sehingga setelah semua komponen yang tercampur mengeras akan membentuk kesatuan benda padat yang disebut beton. Mulyono 2003, memaparkan apabila beton memiliki kekuatan tarik yang rendah tetapi kekuatannya tinggi.

Sebagai komponen utama penyusun infrastruktur beton juga memiliki kebaikan dan keburukan.

Kelebihan/Keunggulan beton antara lain:

- Mudah disesuaikan dengan persyaratan konstruksi.
- Menahan beban.
- Memiliki kuat tekan tinggi dan tidak mudah berkarat.
- Biaya pemeliharaan kecil

Kekurangan dari material beton:

- Beton benda padat yang apabila sudah dibuat susah untuk diubah

- Ketelitian tinggi sangat diperlukan dalam penyusunan pekerjaannya.
- Memerlukan perhitungan yang sesuai dengan standar untuk digunakan dalam memikul beban.
- Mempunyai massa berat serta daya pantul suara yang besar.

Sumber: Hartanto,T (2011)

Berikut ini merupakan sumber penelitian terdahulu mengenai SCC dan sejak ditemukannya.

- a. *Beton Self Compacting* (2003), diteliti oleh Hajime Okamura dan Masahiro Ouchi dari Jepang. Penelitian ini dapat menentukan variabel yang mempengaruhi pemadatan sendiri, seperti pengaruh agregat kasar terhadap gradasi dan pengaruh jumlah agregat halus yang digunakan dalam penyusunannya.
- b. *Penggunaan Beton Self Compacting di Jepang, Eropa, dan Amerika Serikat* (2003) oleh Ouchi, Nakamura, Osterson, dan Hallberg, Swedia, dan Lwin. Studi ini meneliti contoh mix design SCC dan studi kasus proyek infrastruktur atau konstruksi yang menggunakan SCC di Jepang, Eropa, dan Amerika Serikat.
- c. *The Properties and Flexural Behaviour of Self Compacting Concrete using Palm Oil Fuel Ash and Admixture* (2008) oleh Azharie effenddy (Malaysia). Informasi yang diperoleh dari penelitian ini termasuk minyak pelumas palm (POFA) dengan kadar 30% dari berat semen sebagai filler; sika viscocrete 15RM 0,5L hingga 1,0L per 100 kg semen dapat digunakan sebagai campuran untuk menghasilkan SCC; dan semen beton dengan kadar viscocrete 0,75L per 100 kg memiliki kuat tekan terbaik.
- d. *The Use of Stone Ash as Powder on Self Compacting Concrete* oleh Maryori Yuza (2008) Dengan menggunakan campuran abu batu dengan kadar 10%, atau 5% hingga 25% dari berat semen, sebagai filler, dan menggunakan Sikament LN untuk mencapai kuat tekan terbaik, penelitian ini memberikan informasi yang dapat digunakan.
- e. *Flow Slump dan Self Compacting Strength Self Compacting Concrete (SCC) dengan Variatif Superplasticizer Content* (2006) oleh Wihardi,

Irmawaty, Chandra, dan Limpo (Makasar). Studi ini menemukan bahwa aliran lump meningkat dengan penambahan superplasticizer. meningkatkan tegangan lentur, dan tegangan lentur tidak terpengaruh secara signifikan oleh penambahan superplasticizer; kadarnya adalah 0,6%.

2.2 Definisi Self Compacting Concrete

Concrete Self Compacting (SCC) adalah campuran beton yang memiliki kemampuan untuk memadat pada setiap sudut struktur bangunan tanpa menggunakan vibrator. SCC Self Compacting Concrete juga memiliki kemampuan untuk mengisi permukaan yang rata tanpa segregasi.

Keuntungan *Self Compacting Concrete* (SCC) antara lain sebagai berikut:

- a. Penggunaan beton SCC dapat memperpendek lamanya konstruksi dan biaya pekerja.
- b. Mengurangi penggetaran dan pemadatan beton yang diperlukan untuk mencapai tingkat kepadatan yang ideal.
- c. Mengurangi suara bising yang dapat mengganggu lingkungan.
- d. Meningkatkan kepadatan komponen struktur dan bagian yang sulit dijangkau dengan vibrator dan alat pemadat lainnya.
- e. Meningkatkan mutu struktur beton secara keseluruhan.

2.3 Karakteristik Self Compacting Concrete

Suatu beton dikatakan *SCC* apabila sifat dari beton segar memenuhi kriteria sebagai berikut yaitu:

a. *Filling Ability*

Kemampuan campuran beton segar untuk memenuhi ruang atau cetakan dengan beratnya sendiri. Menurut Pedoman untuk Beton Tahun 2007 dari Society of Civil Engineers di Japan, beton yang baru dibuat harus diuji dengan alat slump cone. Aliran beton harus mencapai diameter 50 cm (SF50) dalam 3–15 detik dan aliran maksimum (SFmax) adalah 65–75 cm.

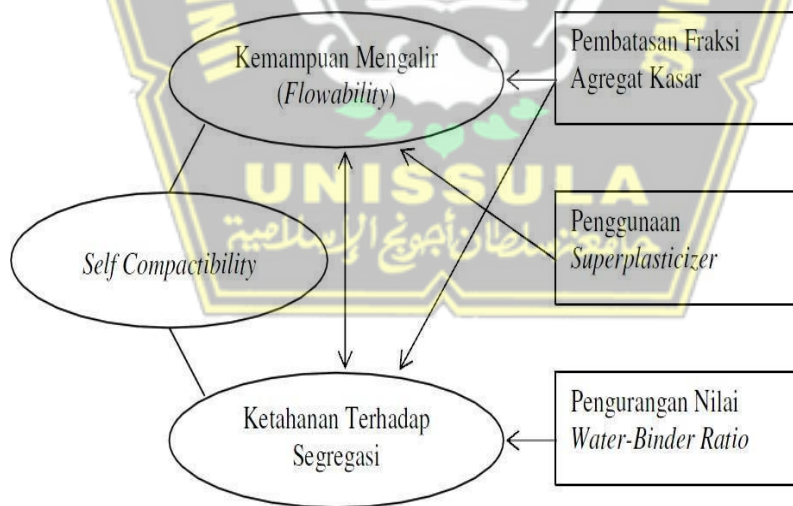
b. *Passing Ability*

Passing Ability merupakan kemampuan campuran beton baru untuk melewati celah antar besi tulangan atau area cetakan yang sempit. Menurut Pedoman *European for Self Compacting Concrete*, Tahun 2005, agar bisa mengetahui beton memiliki kemampuan *Passing Ability* oleh karena itu, uji dilakukan dengan kotak L-Shape, dengan perbedaan aliran beton arah horizontal ($H2/H1$) lebih besar dari 0,8.

c. *Segregation Resistance*

Segregation Resistance atau ketahanan campuran beton yang baru diproduksi terhadap segregasi. Merujuk pada *Japan Society of Civil Engineers Guidelines for Concrete* Tahun 2007, agar mengetahui beton mempunyai kemampuan *Segregation Resistance* perlu uji ini dilakukan dengan menggunakan alat V-Funnel. Beton segar mengalir dengan cepat melalui mulut di ujung bawah instrumen, selama 7 hingga 13 detik.

Konsep dasar yang diterapkan dalam proses produksi SCC ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Prinsip dasar produksi SCC

2.4 Bahan Penyusun Beton

Bahan komposit yang mampu membuat beton mengeras antaranya agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), dan semen dan air. Dalam pembuatannya beton dapat juga ditambahkan bahan tambahan atau sering disebut membuat beton admixture. Penelitian ini, akan dibahas mengenai penambahan bahan tambahan zat aktif seperti *superplasticizer* dan *silica fume* yang ditambahkan sebagian ke berat semen.

2.4.1 Agregat

Agregat yang digunakan dalam campuran beton secara umum adalah agregat kasar atau kerikil dan agregat halus atau pasir. Agregat jenis kerikil dan pasir digunakan dalam bahan utama campuran beton. Agregat merupakan komponen yang memiliki kepadatan yang kuat serta ukuran volume perpadatan yang besar dan sangat baik untuk penyusunan beton, karena presentase agregat pada campuran volume beton sekitar 70% hingga 75%.

Kualitas beton yang bermutu baik memerlukan penyebaran atau gradasi density size butiran agregat yang baik. Dalam menentukan Gradasi agregat diperlukan pengujian ayakan agregat. Supaya mendapatkan agregat kasar, yang merupakan jenis kerikil, material harus hanya terhenti pada saringan nomor 4 jika ukurannya lebih dari 4,75 milimeter. Agregat halus, yang memiliki ukuran kurang dari 4,75 milimeter, harus melewati saringan nomor 4 dan keluar dari saringan lainnya.

2.4.2 Semen

Semen berfungsi sebagai pengikat semua agregat dan bahan tambah lainnya, dan kemudian ditambahkan air agar dapat memadatkan beton. Dalam penelitian ini, bahan tambah yang dimaksud adalah *silica fume* dan *superplasticizer* yang dapat memenuhi ruang udara di antara bahan tambah lainnya. Apabila dalam penggunaan semen dalam pekerjaan pembuatan beton, maka harus memperhatikan karakteristiknya.

Ada lima jenis semen antara lain:

- a. Semen portland tipe 1, difokuskan pada pembuatan bangunan secara umum, dan tidak memerlukan perilaku khusus untuk menggunakannya.

- b. Semen portland tipe 2, difokuskan pada bangunan yang menampung atau melewati air (kotor dan tanah). Oleh karena itu, semen dengan pertahanan sulfat dan terik hidrasi yang rendah diperlukan ketika menggunakan jenis semen ini.
- c. Semen portland tipe 3, di difokuskan pada pembangunan di lingkungan musim dingin.
- d. Semen portland tipe 4, digunakan untuk bangunan dengan tebal beton lebih dari 2 meter dan memiliki tingkat hidrasi panas yang rendah.
- e. Semen portland tipe 5, difokuskan pada pembangunan struktur di dalam laut atau terkena air laut dan limbah industri, seperti mercusuar. Selanjutnya, difokuskan pada pembangunan struktur uap yang mengandung gas, seperti PLTU.

Kandungan *pozzolan* dalam semen mampu memberikan reaksi terhadap air dalam membentuk senyawa yang padat. Kandungan *pozzolan* pada semen seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Kandungan *Pozzolan* Pada Semen

| Kandungan(%) | Class F | ASTM C-618, <i>Pozzolan Class C</i> | Class N |
|--|------------|--|------------|
| <i>SiO₂</i> | - | - | - |
| <i>Al₂O₃</i> | - | - | - |
| <i>Fe₂O₃</i> | - | - | - |
| <i>SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃</i> | 70 minimum | 50 minimum | 70 minimum |
| <i>O₃</i> | - | - | - |
| <i>O₃</i> | - | - | - |
| CaO | 5 minimum | 5 minimum | 5 minimum |
| MgO | - | - | - |
| <i>TiO₂</i> | - | - | - |

| | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>K₂O</i> | - | - | - |
| <i>Na₂O</i> | - | - | - |
| <i>SO₃</i> | 5 maksimum | 5 maksimum | 4 maksimum |
| LOI | 6 maksimum | 6 maksimum | 6 maksimum |
| Moisture | 3 maksimum | 3 maksimum | 3 maksimum |
| Content Available Alkali | 1.5maksimum | 1.5maksimum | 1.5maksimum |

Sumber: ASTM C-618

2.4.3 Air

Air sangat penting selama proses pengerasan beton karena berfungsi untuk mengikat semua bahan beton dengan semen untuk membentuk pasta semen. Takaran air yang berlebih dalam pencampuran beton memengaruhi kuat tekan (*f_c*) beton, dan jika terlalu banyak air, pasta semen tidak akan terbentuk. Daya lekat antar material penyusun beton terjadi karena ketidakkentalan beton yang buruk.

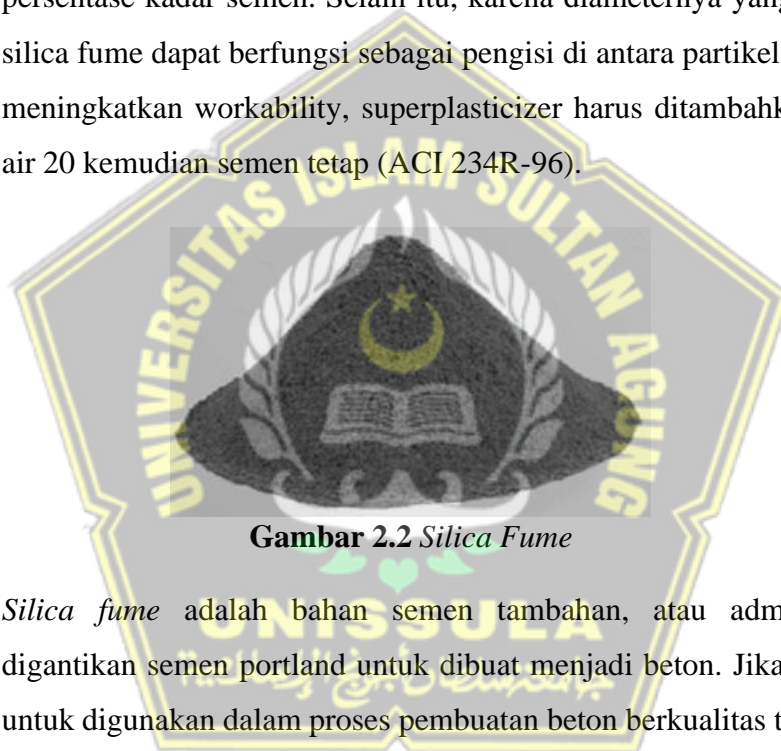
2.4.4 Bahan Campuran (zat adiktive)

Bahan campuran yang digunakan agar mendapatkan mutu beton *self compacting concrete* atau biasa disebut SCC antara lain:

- Bahan tambah kimia yang dikenal sebagai *superplasticizer* berfungsi untuk melapisi gumpalan dengan pasta semen. karena semen dapat tersebar secara merata di adukan beton, meningkatkan kekuatan beton hingga tingkat yang sangat tinggi. Karena bahan ini sangat mudah menyebabkan pendarahan, hanya digunakan dalam jumlah kecil. Superplasticizer memiliki kemampuan untuk mengurangi air dalam campuran awal hingga 40%, menurut sumber ASTM C494-82. Mengurangi kadar air dapat menghasilkan beton berkekuatan tinggi. Karena campuran menjadi lebih padat, penggunaan superplasticizer sangat penting untuk mempertahankan nilai slump yang tinggi. Dalam kebanyakan kasus, partikel semen dalam air memiliki kecenderungan untuk menggumpal dan berkohesi. Jika superplasticizer ditambahkan, partikel semen akan terdispersi dan

dilepaskan dari gumpalan partikel. Dengan kata lain, superplasticizer mencegah kohesi antar semen dan melepaskan partikel semen dari gumpalan partikel. Dengan menambah superplasticizer ke pencampur beton mamapu, pasta semen menjadi lebih cair dan alir. Hal ini menunjukkan bahwa superplasticizer dapat menghemat air.

- b. *Silica fume* (SF) adalah produk sampingan dari pemurnian silika dengan batu bara di tanur listrik tinggi saat membuat campuran silikon atau ferrosilicon (ACI 234R 96). Menurut sumber seperti Komite ACI, 1986, dan Modul Silica. Dalam jumlah tertentu, silica fume dapat menggantikan persentase kadar semen. Selain itu, karena diameternya yang sangat kecil, silica fume dapat berfungsi sebagai pengisi di antara partikel semen. Untuk meningkatkan workability, superplasticizer harus ditambahkan jika faktor air 20 kemudian semen tetap (ACI 234R-96).



Gambar 2.2 *Silica Fume*

Silica fume adalah bahan semen tambahan, atau admixtures, yang digantikan semen portland untuk dibuat menjadi beton. Jika direncanakan untuk digunakan dalam proses pembuatan beton berkualitas tinggi, itu akan memiliki beberapa keuntungan, seperti:

1. Meningkatkan efisiensi kerja untuk jangka waktu yang lebih lama.
2. Meningkatkan stabilitas dan keterpaduan campuran beton segar.
3. Beton memiliki ketahanan yang tinggi.
4. Air resapan menyusut.
5. Kekuatan awal dan akhir yang tinggi

2.5 Pengujian Material Beton

Untuk memastikan bahwa beton disusun sesuai dengan standar yang digunakan, pengujian material beton dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kualitas dan spesifikasi bagian-bagiannya. Ini adalah beberapa jenis pengujian yang dilakukan.

2.5.1 Pengujian Berat Jenis

Berat agregat dapat dihitung dengan melakukan pengujian berat jenis. Berat jenis ini dapat dihitung dengan persamaan yang berlaku untuk agregat kasar dan halus. Rumus pengerjaan untuk menghitung berat jenis diperoleh berdasarkan ASTM C 128-01.

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{A}{B + A - C}$$

Keterangan :

A = Berat agregat kering oven atau SSD (gram)

B = Berat piknometer berisi air (gram)

C = Berat Piknometer berisi agregatr dan air (gram)

2.5.2 Pengujian Air Resapan

Dilaksanakan pengujian agar dapat memahami kandungan air resapan agregat yang digunakan. Pengujian ini berlaku untuk agregat halus dan kasar. Berdasarkan ASTM C 128- 07a diperoleh rumus perhitungan pengujian air resapan.

$$\text{Kadar air resapan} = \frac{S - A}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

S = Berat pasir (gram)

A = Berat pasir oven (gram)

2.5.3 Pengujian Kadar Lumpur

Bahan penyusun beton harus memenuhi syarat teknik untuk menghasilkan beton dengan mutu yang baik, berkualitas tinggi, dan kuat tekan tinggi. Pengujian kadar lumpur agregat normal (halus dan kasar) harus dilakukan

sebelum digunakan; namun, kadar lumpur agregat yang normal yang diizinkan SK SNI S-04-19898-F adalah 5% untuk agregat halus (pasir), dan 1% untuk agregat kasar (batu pecah). Jika kadar lumpur terlalu tinggi atau melebihi jumlah yang diisyaratkan, beberapa efek yang terjadi adalah:

1. Lumpur adalah jenis agregat dengan kekuatan rendah. Semakin banyak lumpur dalam campuran beton atau campuran mortar, semakin lemah kekuatan konstruksi. Akibatnya, untuk mengikat anatar permukaan agregat, diperlukan lebih banyak semen.
2. Kekuatan pengikat berkurang jika komposisinya tetap antar campuran semen, pasir, dan krikil meskipun jumlah lumpur melebihi yang diisyaratkan. Ini karena jumlah lumpur dalam campuran berkorelasi positif dengan permukaannya.
3. Karena lumpur menyerap air dengan baik, adukan atau campuran beton dapat berubah. Ketika beton masih muda, pengikat antara semen dan agregat pasir atau kerikil akan terganggu. Jika air ditambahkan ke adukan beton, kekuatan beton akan berkurang, dan hasilnya akan lebih buruk. Jumlah air yang dapat ditambahkan ke campuran tidak boleh melebihi 9% dari jumlah air dari komposisi yang direncanakan.

Karena itu, kadar lumpur tidak boleh melebihi 5% dari berat pasir. Jika lebih dari itu, pasir harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\%$$

Keterangan :

V1 : Tinggi Lumpur (ml)

V2 : Tinggi Pasir (ml)

2.5.4 Pengujian Analisis Saringan Agregat

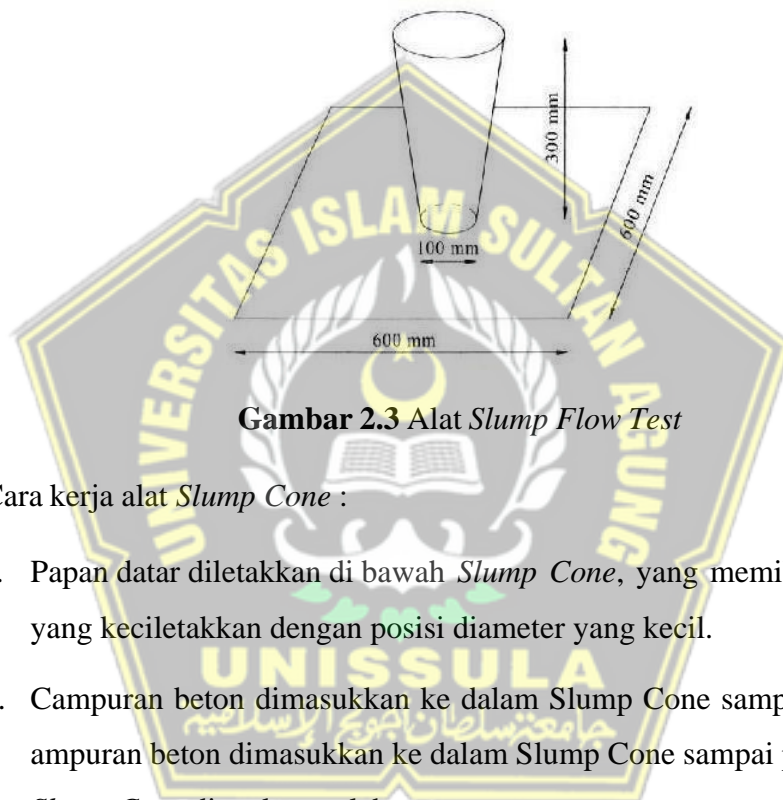
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui gradasi dari jenis agregat halus dan agregat kasar. Penelitian ini menggunakan standarisasi pasir zona 2 dan untuk jenis agregat kasar menggunakan kerikil lolos ukuran 20 mm. Pengujian ini menggunakan acuan ASTM C 33 – 03.

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{\sum \text{berat tertinggal komulatif}}{100}$$

2.6 Metode Pengujian Benda Uji

2.6.1 Pengujian Slump Flow

Pengujian dengan alat Slump Cone dimaksudkan untuk menguji kemampuan penisiran SCC. Kemampuan campuran beton untuk mengisi ruangan dapat dinilai dengan alat ini, yang digambarkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Alat *Slump Flow Test*

Cara kerja alat *Slump Cone* :

- Papan datar diletakkan di bawah *Slump Cone*, yang memiliki diameter yang kecil.
- Campuran beton dimasukkan ke dalam *Slump Cone* sampai penuh.
- Slump Cone* diangkat perlahan.
- Aliran beton membutuhkan waktu 3 hingga 6 detik untuk mencapai diameter 50 cm (SF_{50}), dan aliran beton mencapai.
- Diameter maksimum hingga 60 – 75 cm (SF_{max}).

2.6.2 Pengujian Kuat Tekan

Alat uji tekan beton yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Alat Uji Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton dihitung dengan persamaan berikut :

$$f_c' = \frac{P \times 100}{A}$$

Keterangan :

P = kuat tekan pada bacaan alat (kN)

A = luas penampang beton (cm²)

f_c' = kuat tekan beton (kg/cm²)

Berikut cara perhitungan konversi jika beton pengujian tidak berbentuk silinder dengan diameter 15cm maka nilai konversi 0,83 jika benda uji berbentuk kubus, sedangkan nilai konversi silinder diameter 10cm maka nilai konversinya 1,04.

$$f_c' = \frac{P \times 100}{A} \times 1,04 \times 0,83 \times \text{kalibrasi}$$

Tabel 2.2 Nilai Kalibrasi Beton

| Hari | Nilai Kalibrasi |
|---------|-----------------|
| 3 hari | 0,4 |
| 7 hari | 0,65 |
| 14 hari | 0,88 |

| | |
|---------|------|
| 21 hari | 0,95 |
| 28 hari | 1 |

Sumber : PBI – 1971

2.7 Perawatan Beton

Perawatan beton dilakukan setelah proses finishing dan waktu setting. Curing dan perawatan beton dilakukan untuk memastikan reaksi hidrasi senyawa semen, termasuk pengganti atau bahan tambahan dengan baik dan beton mencapai kualitas yang diharapkan. Ini dilakukan untuk mempertahankan kelembaban dan suhu beton dan mencegah kehilangan air terlalu cepat. Selain itu, untuk mencegah beton menyusut terlalu cepat karena kehilangan kelembaban yang cepat atau tidak seragam, yang dapat menyebabkan keretakan. Perawatan atau Proses pencucian beton dimulai setelah beton memasuki fase pengerasan (untuk permukaan beton yang terbuka) atau setelah pembukaan cetakan, acuan, atau bekisting. Ini dilakukan untuk memastikan bahwa beton berada dalam kondisi yang diperlukan untuk proses reaksi senyawa kimia yang terdapat dalam campuran. Metode dan durasi curing bergantung pada:

- Jenis elemen struktur yang digunakan dan luasnya.
- Suhu, dan kelembaban di tempat kerja.
- Tetapkan jumlah dan jumlah waktu yang diperlukan untuk kuat tekan karakteristik beton. Ini dapat berlangsung selama 28 hari atau lebih lama, tergantung dari spesifikasi konsultan perencana atau desain.

Kualitas beton, serta durasi atau lama pelaksanaan curing atau perawatan, berpengaruh pada mutu dan keawetan struktur :

- Mutu/kekuatan beton (strength).
- Keawetan struktur beton (durability).
- Kekedapan air beton (water-tightness).
- Ketahanan permukaan beton terhadap keausan (ketahanan terhadap keausan).

- Kestabilan volume yang terkait dengan susut atau pengembangan (kestabilan volume: susut dan pengembangan).

Tujuan dari peraturan ini adalah untuk menjaga dan memastikan kualitas pelaksanaan pembeconan. Beberapa metode yang mudah digunakan di lapangan untuk curing dan perawatan beton termasuk:

1. Gunakan air secara berkala untuk menjaga permukaan beton tetap lembab selama perawatan. Anda dapat menggunakan sistem sprinkler untuk melakukannya.
2. Merendam beton (dengan mengeringkan permukaannya).
3. Menutup beton dengan bahan yang mencegah penguapan air.
4. Tutup permukaan beton yang terbuat dari bahan yang mengurangi tingkat penguapan air dan basahi secara teratur (misalnya, plastik berpori atau geotextile nonwoven yang disemprot selama perawatan).
5. Menggunakan bahan pembersih khusus untuk perawatan beton.

SNI 03-2847-2002 mensyaratkan curing selama:

- 7 (tujuh) hari untuk beton normal.
- 3 (tiga) hari untuk beton dengan kuat tekan awal tinggi.

ACI 318 mensyaratkan curing dilakukan: sampai tercapai min 70% kuat tekan beton yang disyaratkan (f_c'), Dalam ASTM C-150 mensyaratkan:

- Waktu curing minimal untuk semen tipe I adalah tujuh (7) hari.
- untuk semen tipe II, adalah sepuluh (10) hari.
- Semen tipe III, yaitu tiga (3) hari.
- Minimal empat belas (14) hari curing untuk semen tipe IV atau V.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Eksperimen laboratorium sebagai jenis studi yang kita gunakan. berjuannya untuk membandingkan karakteristik mekanik beton dengan pasir merapi dan pasir slawi Tegal. Karakteristik mekanik yang diuji adalah kekuatan tekan. Dalam penelitian ini, FAS (faktor air semen) 0,5 digunakan untuk membandingkan variasi.

Perhitungan yang telah kita siapkan dapatlah hasil 16 item pemeriksaan yang terdiri dari silinder beton berdiameter 15 cm dengan tinggi 30 cm, dengan 2 benda uji disetiap variasinya. Selain itu, beton diuji kekuatan tekannya di umur 7 dan 28 hari, dan hasilnya dibandingkan saat umur 28 hari.

3.2 Lokasi Penelitian

Laboratorium Teknologi Bahan Kontruksi Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang sebagai lokasi untuk melakukan kegiatan penelitian ini bertujuan untuk membuat struktur beton normal dan beton campuran.

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pengujian karakteristik mekanik beton ini menggunakan alat yang disediakan di laboratorium Tekniologi Bahan Kontruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Bahan utama yang digunakan dalam pengujian ini yaitu menggunakan pasir gunung Merapi dan pasir selawi Tegal.

3.3.1 Alat

Studi ini menggunakan alat yang tersedia di Laboratorium Teknologi Bahan Kontruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Tabel 3.1 Nama Alat Pengujian

| No | Nama Alat | Spesifikasi |
|-----|---------------------------------------|-------------|
| 1. | Timbangan | 1 Set |
| 2. | Mesin slave Shaker | 1 Set |
| 3. | Oven | 1 Set |
| 4. | Cetakan beton silinder 15x30 cm | 16 Set |
| 5. | Satu set saringan (standart ASTM) | 1 Set |
| 6. | Kerucut Abrams | 1 Set |
| 7. | Piknometer | 1 Set |
| 8. | Mountering table | 1 Set |
| 9. | Mesin Pengaduk Beton (Concrete Mixer) | 1 Set |
| 10. | Bak | 1 Set |
| 11. | Sekep | 1 Set |
| 12. | Loyang/Talan | 1 Set |
| 13. | Compressing Testing Machine (CTM) | 1 Set |

3.3.2 *Bahan*

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan berikut: Pasir gunung Merapi, Pasir Slawi Tegal, semen portland, batu kerikil pecah, *Zat Additive* (*Superplasticizer*, dan *Silica Fume*), dan air.

3.4 Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini, dua benda uji digunakan untuk menguji kekuatan tekan beton pada setiap variasi penggunaan pasir gunung Merapi dan Pasir slawi Tegal. Dilakukan di umur 7 dan 28 hari.

3.4.1 *Study Literatur*

Pada kegiatan penelitian ini dilakukan untuk mempersiapkan semua material maupun alat. Kemudian juga dilakukan studi literatur dengan membaca berbagai sumber seperti jurnal, skripsi, dan website yang memiliki kesamaan

topik.

3.4.2 *Persiapan Bahan Penelitian*

Pada penelitian ini dilakukan pengujian menggunakan 4 (empat) benda uji pada setiap variasi penggunaan pasir gunung Merapi dan Pasir slawi Tegal.

Tabel 3.2 Benda Uji Perhitungan Kekuatan Tekan Beton

| NO | Kode | Presentasi SF (%) | Semen (%) | Kuat Tekan (Hari) | |
|-----------------|------|-------------------|-----------|-------------------|----|
| | | | | 7 | 28 |
| 1 | M1 | 0 | 100 | 1 | 1 |
| 2 | M2 | 7,5 | 92.5 | 1 | 1 |
| 3 | M3 | 10 | 90 | 1 | 1 |
| 4 | M4 | 12,5 | 87.5 | 1 | 1 |
| 5 | S1 | 0 | 100 | 1 | 1 |
| 6 | S2 | 7,5 | 92.5 | 1 | 1 |
| 7 | S3 | 10 | 90 | 1 | 1 |
| 8 | S4 | 12,5 | 87.5 | 1 | 1 |
| Total Benda Uji | | | | 16 | |

Alat uji harus dibuat dalam bentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Proses pengecoran dilakukan secara manual dengan FAS (faktor air semen) 0,5. Benda uji dibuat sesuai SNI-2847-2019. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a) Bahan dipelajari dan diuji secara bentuk fisik.
- b) Beton diuji kekuatannya di umur 7 dan 28 hari.

c) Tinjauan kualitas beton (sesuai ASTM C-805-94).

Benda uji pada penelitian digunakan 16 buah. Yang terdiri pada pengujian kuat tekan beton

1. Pengujian Agregat Halus

a. Analisa Saringan Pasir

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui gradasi pasir yang diperlukan untuk membuat beton.

- Timbang benda uji sebanyak 1000 gr dengan timbangan analitis 2600gr.
- Masukkan pasir kedalam satu set ayakan ASTM dari ukuran ayakan (#3/8, #4, #8, #16, #30, #50, #100, Pan).
- Pasir dalam kondisi sudah dimasukkan dalam oven atau keadaan kering
- Siapkan pada Shieve shaker untuk memberikan ayakan secara akurat selama 15 menit.
- Menimbang ayakan yang terdapat pasir tertinggal.
- Catat hasil material yang tersangkut pada setiap saringan.

b. Berat Jenis Pasir

Berat jenis pasir dalam kondisi SSD (pasir yang telah direndam selama 24 jam) diukur melalui pengujian ini.

- Siapkan benda dan bahan pengujian.
- Takar benda uji dalam keadaan SSD sebanyak 50 gr sebanyak 2 sampel.
- Masukkan benda uji kedalam piknometer dan isi dengan air.
- Piknometer dikocok atau diputar hingga gelembung yang keluar hilang.
- Piknometer tanpa gelembung ditimbang.
- Catat hasil dari pengujian.

c. Air Resapan Pasir

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur kadar resapan pasir yangtelah

di panaskan dalam oven selama 24 jam.

- Siapkan 2 wadah untuk pasir dengan berat masing-masing 50 gram.
- Masukkan pasir yang sudah SSD ke dalam oven dengan loyang sebagai alasnya.
- Diamkan dalam oven selama satu hari dengan temperatur 110 ± 50 .
- Benda uji dikeluarkan dari oven dan timbang pasir ketika keadaan dingin.
- Catat hasil dari pengujian tersebut.

d. Pengujian Kadar Lumpur Pasir

prosedur kerja dalam pelaksanaan pemeriksaan kadar lumpur dalam agregat halus secara berurutan:

- Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pelaksanaan pemeriksaan kadar lumpur.
- Bersihkan gelas ukur, lalu masukkan bahan uji agregat halus sebanyak 500 gram ke permukaan gelas ukur.
- Tuangkan air kedalam gelas bertujuan memisahkan lumpur dari pasir.
- Gelas digoyak untuk memisahkan pasir dari lumpur. Hal ini bertujuan untuk mengeluarkan gelembung udara dan memisahkan lumpur dari pasir.
- Gunakan suntikan guna membersihkan benda uji yang tersangkut pada dinding tepi permukaan gelas ukur.
- Diamkan gelas di tempat yang datar bertujuan agar lumpur mengendap selama proses.
- Analisa hasoil dari volume pasir (V_1), dan volume lumpur (V_2).

2. Pengujian Agregat Kasar.

a. Analisis Saringan.

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan gradasi batu kerikil yang digunakan untuk kebutuhan pembuatan beton.

- Siapkan benda dan bahan pengujian.
- Timbang batu kerikil seberat 4 kg.
- Masukkan batu kerikil ke ayakan dari ukuran mulai paling besar dan getarkan alat selama 10 menit dengan ukuran (#3/2, #3/4, #3/8, #4, #8, #16, #30, #50, #100, Pan)
- Ayak benda uji dengan Shieve Shaker
- Timbang ayakan dengan kerikil yang tertinggal.
- Catat hasil yang telah diperoleh.

b. Berat Jenis Agregat Kasar.

Berat jenis kerikil dalam kondisi SSD adalah tujuan dari pemeriksaan ini, yang berarti kerikil telah direndam selama 24 jam.

- Siapkan bahan uji dan alat pengujian.
- Bahan uji yang sudah direndam selama 24 jam kemudian di lap satu-persatu sampai kondisi SSD.
- Lakukan Mounting table.
- Timbang kerikil kondisi SSD sebanyak 500 gram sebanyak 2 sample.
- Masukkan kedalam keranjang sample kedalam air
- Kerikil dalam kondisi SSD.
- Catat hasil yang telah didapat.

c. Air Resapan Kerikil.

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur kadar resapan air dalam kerikil yang telah melalui proses pengeringan dalam oven selama waktu yang ditentukan.

- Siapkan 2 wadah untuk kerikil dengan berat masing-masing 500 gram.
- Masukkan kerikil dalam oven selama 24 jam.
- Keluarkan kerikil dari dalam oven dan timbang kerikil ketika sudah dingin.
- Catat hasilnya.

d. Kadar Lumpur Kerikil.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar lumpur yang ada pada kerikil sebagai bahan material.

- Siapkan 1 benda uji dan timbang sebesar 500 gram.
- Masukkan benda uji dalam kondisi SSD kedalam oven dalam waktu 24 jam.
- Setelah mengalami proses pengeringan keluarkan benda uji.
- Tunggu sampai dingin dan timbang setelah itu.
- Catat hasil yang telah diperoleh.

3. Perencanaan Bahan Campuran.

Setelah diperoleh bahan dan alat yang diperlukan, maka dilakukan pencampuran bahan sesuai dengan literatur. Dilakukan pengadukan bahan dengan mencampur semen dengan agregat dengan merata, setelah itu dimasukkan cairan zat *Admixture* (additive). Bahan-bahan tersebut diaduk hingga rata pada tempat yang sudah disiapkan. Kemudian dicampur dengan senyawa air. Kemudian untuk mendapatkan hasil kekentalan pada agregat maka dilakukanlah uji slump test agar dapat mencapai kuat tekan beton rencana.

Setelah melakukan pengujian kekentalan, Langkah selanjutnya yaitu meletakkan pada bekisting untuk pengerasan. Kemudian dilakukan perawatan suhu ruang agar beton dapat mengeras dengan sempurna. Setelah benda uji dikeluarkan dari bekisting dan diberi nama, kemudian benda uji diletakkan didalam air untuk masa perawatan beton.

Setelah 7 hari direndam dilakukan pengujian karakteristik mekanik beton pada beton umur 28 hari untuk pengujian perkuatan tekan beton. Kemudian diawali dengan penimbangan berat uji, setelah itu dilakukan pengujian menggunakan mesin uji desak hidrolis dan mencatat benda uji yang sudah mulai retak.

3.5 Variable Penelitian

Data dalam penelitian ini berupa kumpulan sampel material agregat kasar dan halus dari pasir gunung merapi dan pasir slawi Tegal dengan menggunakan 2 (dua) Variabel yaitu:

3.5.1 Variable Bebas

Variabel bebas yaitu jenis variable dimana ketika variable diubah mengakibatkan terjadinya perubahan pada variable lain (Leo, 2020). Pada penelitian ini, *Silica fume* merupakan jenis variable bebas.

3.5.2 Variable Terikat

Variable terikat merupakan variable yang dapat berubah dikarenakan akibat dari penambahan variable bebas (Leo, 2020). Pengujian karakteristik mekanik beton merupakan variable terikat dalam penelitian ini.

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Persiapan Alat dan Bahan

Laboratorium Teknologi Bahan Kontruksi Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang menyediakan alat yang akan digunakan dalam penelitian. Persiapan bahan pasir gunung merapi dan pasir slawi Tegal dan beberapa bahan campuran zat adiktive yang sudah didapat. Mempersiapkan semen Portland, kerikil sebagai agregat kasar, serta senyawa air untuk menyatukan semua komponen penyusun beton.

3.6.2 Pembuatan Beton Normal dan Campuran

Pembuatan beton normal dimulai dengan menggabungkan semen portland, agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), dan senyawa air. Setelah semua sudah dicampurkan pada mesin aduk, beton dilakukan pengujian slump agar campuran beton tidak terlalu kental sehingga tidak terjadi beton berongga. Campuran beton dimasukkan kedalam bekisting silinder. Setelah beton mengeras dilakukan perawatan pada beton benda uji dengan metode menenggelamkan kedalam air. Setelah waktu ditentukan perawatan, beton dikeluarkan untuk dilakukan pengujian karakteristik mekanik yang meliputi

perkuatan tekan pada beton.

3.7 Tahap Penelitian

3.7.1 *Persiapan*

Persiapan studi pustaka , literatur, pengadaan alat dan bahan, serta persiapan pada laboratorium termasuk dalam persiapan.

3.7.2 *Persiapan Data Bahan Susun Beton*

Untuk memastikan bahwa bahan susun beton memenuhi persyaratan untuk digunakan dalam desain pencampuran (mix design), pemeriksaan ini dilakukan.

3.7.3 *Perencanaan Campuran*

Menurut SNI 03-2834-2000, perencanaan campuran dibuat berdasarkan hasil pemeriksaan sebelumnya terhadap masing-masing bahan untuk merencanakan pencampuran beton dimulai dengan semen, agregat kasar air, agregat halus, dan bahan tambah. Desain campuran ini menghasilkan perbandingan antara bahan-bahan yang digunakan untuk membuat beton yang akan digunakan sebagai dasar untuk benda uji berikutnya.

3.7.4 *Pembuatan Benda Uji*

Pembuatan benda uji sebanyak 16 buah, masing-masing dengan selinder 150 mm x 300 mm. Langkah-langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan peralatan yang diperlukan untuk pengecoran.
2. Menyiapkan bahan dengan cara yang tepat ukurannya.
3. Masukkan kerikil dan air ke dalam mesin pengaduk dan aduk sampai rata.
4. Masukkan semen dan aduk sampai rata.
5. Kemudian masukkan pasir dan sisa air.
6. Selanjutnya, masukkan superplasticizer. Waktu pengadukan minimal tiga menit setelah menambahkan *superplasticizer*. Apabila adonan

belum mengalami keenceran pada saat pemberian *superplasticizer*, dosisnya harus ditambah hingga adonan mengalami keenceran..

7. Untuk mencegah segregasi, campuran dilakukan sampai adukan menjadi homogen dan merata.
8. pengujian lump dan T50 dilakukan untuk mengukur diameter sebaran SCC.
9. Jika adonan menjadi kurang cair selama pengetesan beton baru, jumlah *superplasticizer* yang telah ditetapkan harus ditambahkan hingga hasilnya memenuhi persyaratan.
10. Jika pengujian beton segar ternyata terlalu cair setelah menambah dosis *superplasticizer*, kadar air harus dikurangi.
11. Setelah semua tes selesai, benda uji dapat dicetak.
12. Biarkan SCC tersimpan dalam kertas selama satu hari sebelum membongkarnya.
13. Merendam benda uji (curing).

3.7.5 Perawatan Benda Uji

Permukaan beton harus tetap lembab selama proses perawatan benda uji. Untuk memastikan proses hidrasi semen berjalan lancar, permukaan beton harus lembab. Beton akan menjadi kurang kuat jika tidak dirawat karena retakan. Benda uji beton direndam dalam kolam air bersih untuk melakukan perawatan. Perawatan SCC dilakukan selama paling sedikit 7 hari dan maksimal 28 hari. Perawatan ini dilakukan dengan melakukan uji kuat tekan dan merendam benda uji sampai usia yang ditentukan. Perendaman ini dilakukan untuk melindungi proses pengerasan beton dari pengaruh cuaca. Cuaca dapat memengaruhi kekuatan beton.

3.7.6 Pengujian Benda Uji

Pengujian beton berdasarkan SNI 03–2491–2002 dilakukan untuk mencapai tahapan ini:

1. Objek uji dikeluarkan dari bak perendam satu hari sebelum pengujian.

2. Kemudian, sebelum pengujian, Uji coba dijemur atau diangin-anginkan untuk mengering.
3. Timbang benda uji untuk mengetahui beratnya.
4. Selanjutnya, pastikan objek uji berada di tengah balok tekan, baik di atas maupun di bawah, saat meletakkannya di media tekan.
5. Kemudian, Mulai pengujian dengan beban tekan nol hingga maksimum retak, atau beban maksimum, dan catat hasilnya. Selanjutnya, perhitungan dilakukan menurut rumus.





Tabel 3.3 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Hasil Pengujian Material

Pengujian material beton dilakukan untuk menentukan bahan yang diperlukan untuk membentuk beton. Pada studi ini dilakukan (2) tes. Pengujian agregat halus, dan pengujian agregat kasar.

4.1.1 Pengujian Agregat Halus

Percobaan dilakukan empat kali pengujian yaitu analisa saringan pasir, berat jenis pasir, air resapan pasir, dan kadar lumpur pasir.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Pengujian Analisa Saringan

| Ukuran Saringan | Berat Tertahan | Kumulatif (Muntilan) | | | Berat Tertahan | Kumulatif (Slawi) | | |
|-----------------|----------------|----------------------|-----------|--------|----------------|-------------------|-----------|--------|
| | | Tertahan | %Tertahan | %Lolos | | Tertahan | %Tertahan | %Lolos |
| n | (gr) | n (gr) | n | s | (gr) | n (gr) | n | s |
| BS | (gr) | n (gr) | n | s | (gr) | n (gr) | n | s |
| 3/8 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 4 | 90 | 90 | 9.2 | 90.8 | 85 | 85 | 8.6 | 91.4 |
| 8 | 85 | 175 | 17.9 | 82.1 | 70 | 155 | 15.7 | 84.3 |
| 16 | 127 | 302 | 30.9 | 69.1 | 100 | 255 | 25.9 | 74.1 |
| 30 | 210 | 512 | 52.4 | 47.6 | 220 | 475 | 48.2 | 51.8 |
| 50 | 175 | 687 | 70.3 | 29.7 | 215 | 690 | 70.1 | 29.9 |
| 100 | 200 | 887 | 90.8 | 9.2 | 200 | 890 | 90.4 | 9.6 |
| Pan | 90 | 977 | 100.0 | 0.0 | 95 | 985 | 100.0 | 0.0 |
| Jumlah | 977 | | 371.55 | | 985 | | 358.88 | |

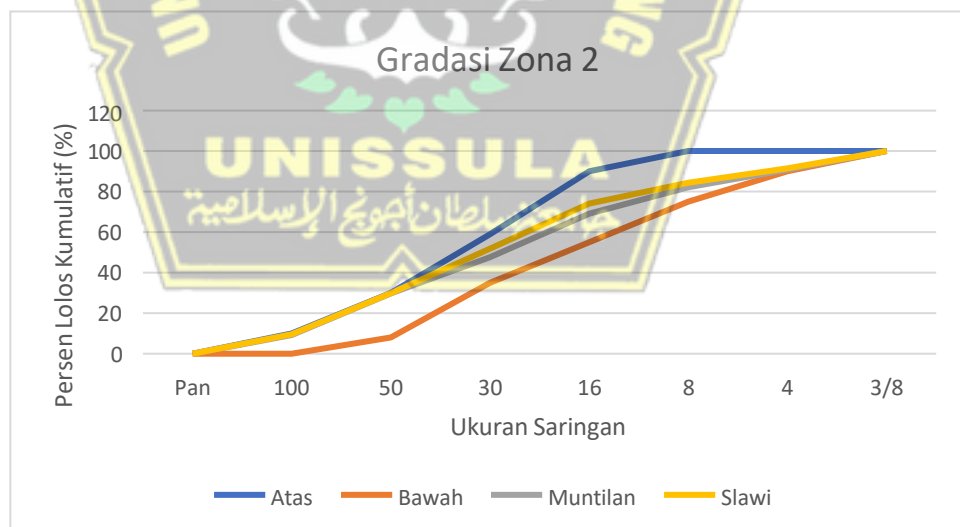
$$\text{Modulus Kehalusan Pasir Muntilan (FM)} = \frac{371.55 - 100}{100} = 2,71$$

$$\text{Modulus Kehalusan Pasir Slawi (FM)} = \frac{358.88 - 100}{100} = 2,58$$

Berdasarkan perhitungan pengujian analisa saringan pasir diperoleh pasir dengan gradasi zona II.

Tabel 4.2 Batas Gradasi Pasir

| Batas Gradasi | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-------|---------|-------|----------|-------|---------|-------|
| Ukuran Saringan | Zona I | | Zona II | | Zona III | | Zona IV | |
| | Atas | Bawah | Atas | Bawah | Atas | Bawah | Atas | Bawah |
| Pan | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | 10 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 15 | 0 |
| 50 | 20 | 5 | 30 | 5 | 40 | 12 | 50 | 15 |
| 30 | 34 | 15 | 59 | 35 | 79 | 60 | 100 | 80 |
| 16 | 70 | 30 | 90 | 55 | 100 | 75 | 100 | 90 |
| 8 | 95 | 60 | 100 | 75 | 100 | 85 | 100 | 95 |
| 4 | 100 | 90 | 100 | 90 | 100 | 90 | 100 | 95 |
| 3/8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |



Gambar 4.1 Grafik Gradasi Pasir Zona 2

Menurut perolehan hasil pengujian analisis saringan agregat halus didapatkan pasir dengan klasifikasi masuk pada zona 2. Berdasarkan tabel 4.1 mengenai perhitungan analisa saringan pasir, diperoleh berat pasir tertinggal pada semua

ukuran saringan tidak lebih 45% dari berat pasir 977 gram untuk pasir Muntilan dan 985 gram untuk pasir Slawi. Pengujian dilakukan dengan acuan peraturan ASTM C 33 - 03 yang menyatakan bahwa agregat halus tidak boleh lebih dari 45% pasir yang tertinggal dalam setiap saringan. Sehingga hasil dari penelitian telah memenuhi persyaratan dari acuan ASTM C 33 – 03 analisa saringan pasir.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Berat Jenis Pasir

| Berat Jenis Pasir Muntilan | | | | |
|----------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|
| Sampel | Berat Piknometer + Pasir + Air (W2) | Berat Pasir SSD (W1) | Berat Pikno + Air (W3) | Berat Jenis Pasir(bj) |
| 1 | 190 | 50 | 165 | 2 |
| 2 | 190 | 50 | 165 | 2 |
| Rata-Rata | | | | 2 |
| Berat Jenis Pasir Slawi | | | | |
| Sampel | Berat Piknometer + Pasir + Air (W2) | Berat Pasir SSD (W1) | Berat Pikno + Air (W3) | Berat Jenis Pasir(bj) |
| 1 | 195 | 50 | 165 | 2.5 |
| 2 | 195 | 50 | 165 | 2.5 |
| Rata-Rata | | | | 2.5 |

Berdasarkan perolehan hasil pengujian berat jenis agregat halus didapatkan hasil uji sebanyak 2 kali pengujian diperoleh masing-masing sebesar 2 gram; 2 gram untuk pasir muntilan; dan 2,5 gram ; 2,5 gram untuk pasir slawi. Hasil dari kedua pengujian tersebut memiliki selisih kurang dari 0,02 gram dari masing-masing pengujian. Pengujian berat jenis pasir ini menggunakan acuan pada ASTM C 128 - 01 dimana, persyaratan nilai pengujian 0 – 0,027 gram dari

masing-masing pengujian. Sehingga hasil pada pengujian ini dapat memenuhi persyaratan ASTM C 128 - 01.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Air Resapan

| Kadar Air Resapan Pasir Muntilan | | | |
|----------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| Sampel | Berat Pasir (W1) | Berat Pasir Oven (W2) | Kadar Air Resapan (%) |
| 1 | 50 | 48.68 | 2.71 |
| 2 | 50 | 49.29 | 1.44 |
| Rata-Rata | | | 2.08 |
| Kadar Air Resapan Pasir Slawi | | | |
| Sampel | Berat Pasir (W1) | Berat Pasir Oven (W2) | Kadar Air Resapan (%) |
| 1 | 50 | 47.85 | 4.49 |
| 2 | 50 | 47.63 | 4.98 |
| Rata-Rata | | | 4.73 |

Berdasarkan perolehan hasil pengujian air resapan agregat halus didapatkan hasil uji sebanyak 2 kali pengujian diperoleh masing-masing sebesar 2,71% dan 1,44% untuk pasir Muntilan; 4,49% dan 4,98% untuk pasir Slawi. Hasil dari kedua pengujian tersebut memiliki hasil lebih kurang 2% dari masing-masing pengujian pasir Muntilan, sedangkan 4% dari masing masing pengujian pasir Slawi. Pengujian air resapan pasir ini menggunakan acuan pada ASTM C 128 – 07a dimana, persyaratan nilai pengujian kurang dari 4% dari massa pasir. Sehingga hasil pada pengujian ini dapat memenuhi persyaratan ASTM C 128 – 07a untuk pasir Muntilan dan tidak memenuhi untuk pasir Slawi.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Lumpur

| Kadar Lumpur Pasir Muntilan | | | |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| Sampel | Volume Pasir (V1) | Volume Lumpur (V2) | Kadar Lumpur (%) |
| 1 | 500 | 15 | 2.91 |
| Kadar Lumpur Pasir Slawi | | | |
| Sampel | Volume Pasir (V1) | Volume Lumpur (V2) | Kadar Lumpur (%) |
| 1 | 410 | 10 | 2.4 |

Berdasarkan perolehan hasil pemeriksaan tingkat lumpur agregat halus dimana di dapatkan 2,91% untuk pasir Muntilan dan 2,4% untuk pasir Slawi. Berdasarkan SNI S-04-1989-F kadar lumpur agregat halus maksimal 5%. Sehingga berdasarkan SNI S-04-1989-F kadar lumpur pasir memenuhi syarat.

4.1.2 Pengujian Agregat Kasar

Ada empat kali pengujian yang dilakukan: analisis saringan, pengujian berat jenis, pengujian berat jenis, pengujian air resapan, dan pengujian kadar lumpur.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Pengujian Analisa Saringan agregat kasar

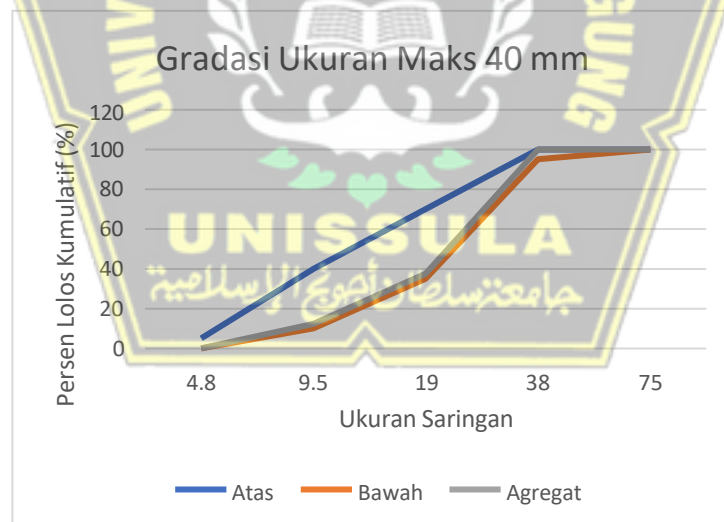
| Ukuran Saringan | Berat Tertahan (gr) | Kumulatif | | |
|-----------------|---------------------|---------------|-----------|--------|
| | | Tertahan (gr) | %Tertahan | %Lolos |
| 75 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 38 | 0 | 0 | 0,0 | 100,0 |
| 19 | 2500 | 2500 | 62,5 | 37,5 |
| 9,5 | 1010 | 3510 | 87,8 | 12,3 |
| 4,8 | 490 | 4000 | 100,0 | 0,0 |
| 2,4 | 0 | 4000 | 100 | 0,0 |
| 0,6 | 0 | 4000 | 100 | 0,0 |
| 0,3 | 0 | 4000 | 100 | 0,0 |
| 0,15 | 0 | 4000 | 100 | 0,0 |
| pan | 0 | 4000 | 100,0 | 0,0 |

| | | | | |
|--------|------|--|--------|--|
| Jumlah | 4000 | | 750,25 | |
|--------|------|--|--------|--|

$$\text{Modulus Kehalusan Agregat Kasar (FM)} = \frac{750,25 - 100}{100} = 6,5$$

Tabel 4.7 Gradasi Agregat Kasar

| Gradasi Agregat Kasar | | | | | | |
|-----------------------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|
| Ukuran Saringan | Ukuran Maks 10 mm | | Ukuran Maks 20 mm | | Ukuran Maks 40 mm | |
| | Atas | Bawah | Atas | Bawah | Atas | Bawah |
| 75 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 38 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 95 |
| 19 | 100 | 100 | 100 | 95 | 70 | 35 |
| 9.5 | 85 | 50 | 60 | 30 | 40 | 10 |
| 4.8 | 10 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |



Gambar 4.2 Grafik Gradasi Agregat Kasar

Berdasarkan perolehan nilai pengujian analisa saringan agregat kasar didapatkan kerikil dengan klasifikasi masuk pada jenis agregat ukuran 40 mm. Pengujian ini berpacu peraturan SNI 03-2834-2000.

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Berat Jenis Agregat Kasar

| Sampel | Berat Kerikil Di Udara (W1) | Berat Kerikil di Air (W2) | Berat Jenis Kerikil (BJ) |
|-----------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | 500 | 315 | 2.70 |
| 2 | 500 | 314 | 2.69 |
| Rata-Rata | | | 2.70 |

Berdasarkan perolehan hasil tes berat jenis agregat kasar didapatkan hasil uji sebanyak 2 kali pengujian diperoleh masing-masing sebesar 2.7 gram; 2,69 gram. Hasil dari kedua pengujian tersebut memiliki selisih kurang lebih 0,01 gram dari masing-masing pengujian. Pengujian berat jenis kerikil ini mengacu pada ASTM C 127-07 dimana, persyaratan nilai pengujian 0 – 0,025 gram dari masing-masing pengujian. Sehingga hasil pada pengujian ini dapat memenuhi persyaratan ASTM C 127-07.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Air Resapan

| Sampel | Berat Kerikil (W1) | Berat Kerikil oven (W2) | Kadar Air Resapan (%) |
|-----------|--------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1 | 500 | 490.6 | 1.92 |
| 2 | 500 | 490.4 | 1.96 |
| Rata-Rata | | | 1.94 |

Berdasarkan perolehan hasil pengujian air resapan agregat kasar didapatkan hasil uji dengan rata-rata sebesar 1,94%. Pengujian air resapan kerikil ini dilakukan dua kali pekerjaan. Acuan dalam pengerjaan nilai air resapan ini adalah dari peraturan ASTM C 127 - 88. Nilai rerata dari air resapan kerikil yaitu 1,94% telah memenuhi persyaratan ASTM C 127 – 88 dimana kurang dari 2%.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kadar Lumpur

| Sampel | Berat Kerikil Sebelum di Cuci (V1) | Berat Keikil sesudah di cuci dan di oven (V2) | Kadar Lumpur (%) |
|--------|------------------------------------|---|------------------|
| 1 | 540 | 535 | 0.9 |

Berdasarkan perolehan dari hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar dimana di dapatkan 0,9%, menurut SNI S-04-1989-F kadar lumpur terkandung pada agregat kasar maksimul 1%. Sehingga berdasarkan SNI S-04-1989-F kadar lumpur kasar total memenuhi syarat.

4.2 Mix Design

Mix design merupakan kegiatan pencampuran bahan untuk menentukan besar jumlah suatu material yang dibutuhkan dalam beton berukuran yang direncanakan. Penelitian pengujian ini menggunakan benda uji dengan ukuran diameter 15cm dan tinggi 30cm oleh karena itu berdasarkan perhitungan *mix design*.

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan *Mix Design*

| No | Uraian | Nilai |
|----|--|------------------------------|
| 1 | Kuat Tekan yang diisyaratkan pada umur 28 hari (f'c) | 25 Mpa |
| 2 | Jenis Semen | Tipe I |
| 3 | Jenis Agregat Kasar | Batu Pecah |
| 4 | Jenis Agregat Halus | Pasir Muntilan & Pasir Slawi |
| 5 | Faktor Air Semen | 0,5 |
| 6 | Nilai Slump Flow | 600-700 mm |
| 7 | Ukuran Maksimum Agregat Kasar | 40 mm |

| | | |
|----|-------------------------|-------|
| 8 | Kebutuhan Air | 30 L |
| 9 | Kebutuhan Semen | 50 Kg |
| 10 | Kebutuhan Agregat Kasar | 95 kg |
| 11 | Kebutuhan Agregat Halus | 80 kg |
| 12 | Kebutuhan Silica Fume | 4 kg |

Tabel 4.12 Kebutuhan Material

| Kebutuhan Material | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|-------------|---------|-------|
| Kode | SF (%) | Semen (%) | Benda Uji | SF (kg) | Semen(kg) | Pasir(kg) | Kerikil(kg) | Air (l) | SP(%) |
| M1 | 0 | 100 | 2 | 0 | 5,3 | 9,96 | 11,7 | 2,6 | 2 |
| M2 | 7,5 | 92,5 | 2 | 0,4 | 4,9 | 9,96 | 11,7 | 2,6 | 2 |
| M3 | 10 | 90 | 2 | 0,53 | 4,77 | 9,96 | 11,7 | 2,6 | 2 |
| M4 | 12,5 | 87,5 | 2 | 0,66 | 4,64 | 9,96 | 11,7 | 2,6 | 2 |
| S1 | 0 | 100 | 2 | 0 | 5,3 | 9,96 | 11,7 | 2,6 | 2 |
| S2 | 7,5 | 92,5 | 2 | 0,4 | 4,9 | 9,96 | 11,7 | 2,6 | 2 |
| S3 | 10 | 90 | 2 | 0,53 | 4,77 | 9,96 | 11,7 | 2,6 | 2 |
| S4 | 12,5 | 87,5 | 2 | 0,66 | 4,64 | 9,96 | 11,7 | 2,6 | 2 |

Berdasarkan tabel 4.12 dari hasil perhitungan mix design. Kebutuhan material agregat halus beton setiap satu silinder ukuran 15 x 30 cm sebesar 4,98 kg. agregat kasar diperlukan sebesar 5,85 kg. Kebutuhan semen dalam setiap silinder sebesar 2,65 kg, dan kebutuhan air dalam percampuran beton sebesar 1,3 liter. Kebutuhan *silica fume* dihitung dengan mengalikan berat semen dengan variasi dari *silica fume* yang ditentukan.

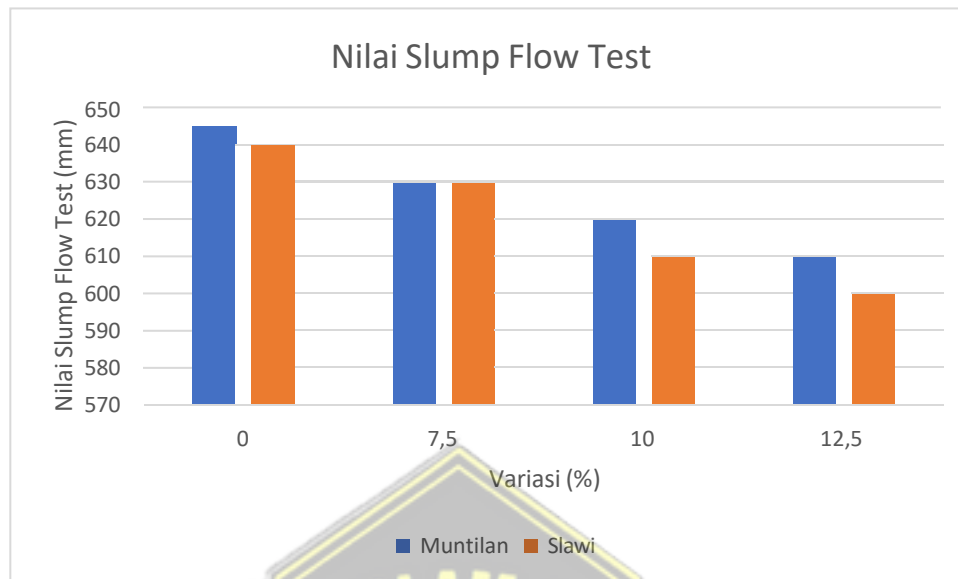
4.3 Slump Flow Test

Pengujian ini dilakukan untuk menghitung kemampuan pengisian dan nilai aliran slump yang dihasilkan oleh desain campuran beton.

Tabel 4.13 Nilai *Slump Flow*

| No | Kode | Nilai <i>Slump Flow</i> (mm) |
|----|------|------------------------------|
| 1 | M1 | 645 |
| 2 | M2 | 630 |
| 3 | M3 | 620 |
| 4 | M4 | 610 |
| 5 | S1 | 640 |
| 6 | S2 | 630 |

| | | |
|---|----|-----|
| 7 | S3 | 610 |
| 8 | S4 | 600 |



Gambar 4.3 Diagram Nilai *Slump Flow Test*

Terlihat dari tabel 4.13 dan tertera pada gambar 4.3 diperoleh nilai *slump flow test* yang bervariasi, variasi tersebut disebabkan karena tidak dilakukan penetapan nilai *slump* (kebebasan nilai *slump*). Pada gambar 4.3 menunjukkan perbedaan nilai *slump flow* antara pasir Muntilan dan pasir Slwai, hal ini disebabkan karena perbedaan kadar air resapan. Penambahan *silica fume* membuat nilai *slump flow* menurun.

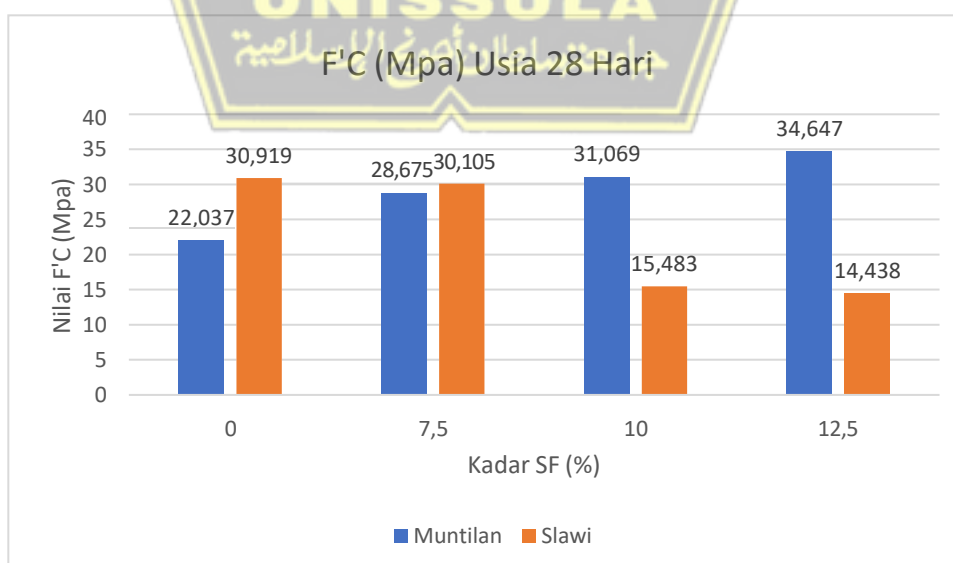
4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Kegiatan perendaman dilakukan pada beton selama dua puluh delapan hari. Setelah tujuh dan dua puluh delapan hari, pengujian tekanan kuat dilakukan. Uji dilakukan dengan 16 benda uji, masing-masing berukuran 15 x 30 cm. 2 benda uji pada tiap variasi 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5%.

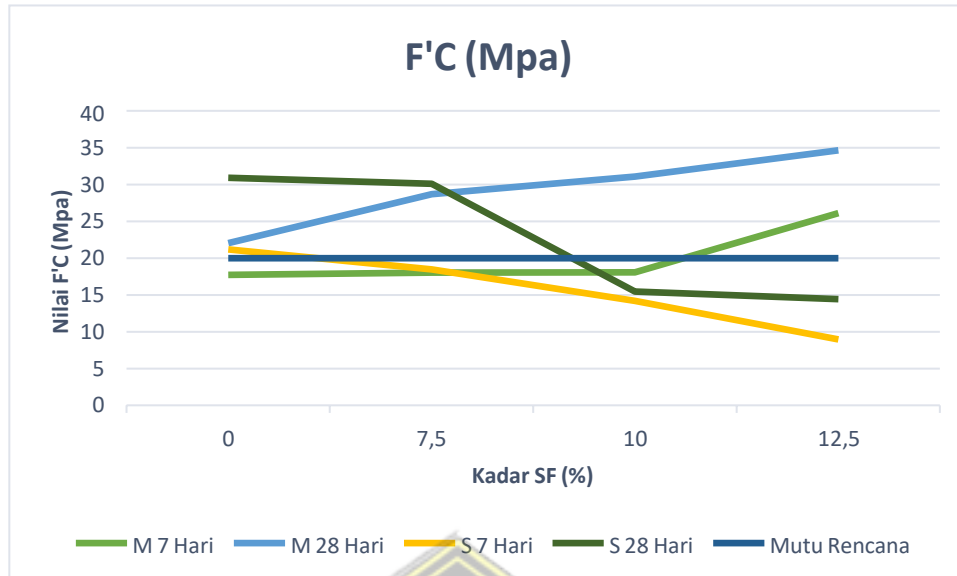
Tabel 4.14 Hasil Uji Kuat Tekan Beton

| NO | Kode | Silica Fume (%) | Massa (kg) | Umur (Hari) | F'C (Mpa) |
|----|------|-----------------|------------|-------------|-----------|
| 1 | M1 | 0% | 12.34 | 7 | 17.73 |

| 2 | M2 | 7.50% | 13.02 | 7 | 18.025 |
|----|------|-----------------|------------|-------------|-----------|
| 3 | M3 | 10% | 13.18 | 7 | 18.068 |
| 4 | M4 | 12.50% | 12.74 | 7 | 26.122 |
| 5 | S1 | 0% | 13.02 | 7 | 21.186 |
| 6 | S2 | 7.50% | 12.7 | 7 | 18.477 |
| 7 | S3 | 10% | 12.34 | 7 | 14.191 |
| 8 | S4 | 12.50% | 12.44 | 7 | 8.96 |
| NO | Kode | Silica Fume (%) | Massa (kg) | Umur (Hari) | F'C (Mpa) |
| 1 | M1 | 0% | 13.52 | 28 | 22.037 |
| 2 | M2 | 7.50% | 12.62 | 28 | 28.675 |
| 3 | M3 | 10% | 13.12 | 28 | 31.069 |
| 4 | M4 | 12.50% | 12.88 | 28 | 34.647 |
| 5 | S1 | 0% | 13.12 | 28 | 30.919 |
| 6 | S2 | 7.50% | 12.68 | 28 | 30.105 |
| 7 | S3 | 10% | 12.68 | 28 | 15.483 |
| 8 | S4 | 12.50% | 12.64 | 28 | 14.438 |



Gambar 4.4 Diagram Hasil Uji Kuat Tekan Beton



Gambar 4.5 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Usia 7 & 28 Hari

Nilai pengujian kuat tekan benda uji menunjukkan kenaikan kuat tekan beton untuk pasir Mutilan, sedangkan untuk pasir Slawi menunjukkan penurunan pada tabel 4.14 dan gambar 4.4. nilai tersebut juga menunjukkan bahwa penambahan silica fume mampu menambah kuat tekan untuk pasir Mutilan, sedangkan untuk pasir Slawi terjadi penurunan kuat tekan. Gambar 4.4 juga menunjukkan perbandingan kuat tekan pada pasir muntilan dengan pasir slawi. Benda uji dengan nilai kuat tekan paling besar pada variasi 12,5 persen memperoleh kuat tekan 34,647 MPa untuk pasir Muntilan dan dengan variasi 0% memperoleh kuat tekan 30,919 MPa untuk pasir Slawi. Hasil ini melebihi beton yang direncanakan dengan kekuatan tekan 25 MPa.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Menurut hasil studi dan evaluasi menyeluruh dari pengujian material hingga pengujian kekuatan tekan beton, kesimpulan berikut dapat dibuat.

1. Pada pengujian material bisa diketahui karakteristik dari pasir Muntilan dan pasir Slawi Tegal, yaitu pasir Muntilan berada di gradasi zona 2, berat jenis 2, kadar air resapan 2,08% dan kadar lumpur 2,91%. Sedangkan pasir Slawi Tegal berada pada gradasi zona 2, berat jenis 2,5, kadar air resapan 4,73%, dan kadar lumpur 2,4% setelah dicuci.
2. Dari pengujian perkuatan tekan beton menggunakan FAS 0,5 usia 7 dan 28 hari bisa mendapatkan nilai tekan tertinggi besar berada di variasi 12,5% untuk pasir Muntilan yakni 26,122 Mpa dan 34,647 Mpa. Sedangkan pasir Slawi Tegal nilai kuat tekan paling besar berada pada variasi 0%, yakni 21,186 dan 30,919. Dimana nilai pada usia 28 hari, kuat tekan tersebut memenuhi target 25 Mpa.
3. Dari pengujian *slump flow* dan perkuatan tekan beton bisa diketahui bahwa penambahan *silica fume* pada campuran beton sangat berdampak pada nilai *slump* dan kuat tekan beton. Dimana setiap penambahan *silica fume* pada pasir Muntilan membuat kenaikan nilai kuat tekan dan pada pasir Slawi terjadi penurunan, sedangkan untuk nilai *slump* setiap penambahan *silica fume* mengurangi nilai *slump flow*.

5.2 Saran

Ada beberapa rekomendasi yang mungkin digunakan untuk penelitian tambahan:

1. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan pengujian karakteristik mekanik beton lainnya.
2. Penelitian selanjutnya bisa memfungsikan *silica fume* sebagai filler.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd. Karim Hadi, Sudarman Supardi, Mukti Maruddin, A. Alal Azhari Yusuf, Rachmat Hidayat Syamsuddin. Metode *Self Compacting Concrete (SCC)* Terhadap Sifat Mekanis Beton. Pena Teknik, *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik* (2021).
- Anak Agung Gde Oka Widyastana, (2018). Pengaruh Penggunaan Silica Fume dan Fly Ash Sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Porous yang Menggunakan RCA (*Recycle Coarse Aggregate*).
- Alfredo, Marchin. (2012). Studi Kuat Tekan Beton Normal Mutu Sedang Dengan Campuran Abu Sekan Padi (*RHA*) dan Limbah Adukan Beton (*CSW*). Depok : Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Citrakusuma. Juwita Laily., (2012). Kuat Tekan *Self Compacting Concrete* Dengan Kadar *Superplasticizer* Yang Bervariasi. Jember : Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Gama Hartono, G. I. 2023. *Karakteristik Mekanik Beton Yang Menggunakan Abu Vulkanik Semeru Sebagai Substitusi Parsial Semen*. Jember :Fakultas Teknik Universitas Jember
- Hajime, Okamura. Dan Masahiro Ouchi. *Self Compacting Concrete (SCC)*. Jepang.
- Ihza Mahendra, A., Rochmah, N., & Widhiarto, H. (2023). Pengaruh Penggunaan Silica Fume Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Alir. *Student Scientific Creativity Journal*, 1(4), 117-126.
- Khutaibah, Uqbah. (2020). Perilaku Mekanik Beton *SCC* dengan Variasi Penambahan Serat Nylon. Sulsel : fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Pratiwi, Dea. (2019). Pengaruh Variasi Silica Fume Dan *Wase Glass Aggregate* Pada Campuran *Pervious Concrete* dengan Curing. Palembang : Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Simanullang, Irwansyah Putra., (2022). Pengaruh Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Bahan Tambah *Bestimettel*. Medan : Universitas Medan Area.
- Susanti, E. (2014, June). Studi perbandingan nilai kuat tekan dan modulus elastis beton yang menggunakan pasir Merapi dan pasir Lumajang. In *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (ATPW)* (pp. 1-6)
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. 03-2834. Jakarta : Manggala Winabakti.
- Waleleng, J., et al. 2020. Pengaruh Substitusi Pozolan Alam terhadap Sifat Fisik dan Kinerja dalam Campuran CTB. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*. 10(2): 135-150.
- Wihardi, Irwansyah. (2006) *Slump Flow* dan Kuat Lentur *Self Compacting Concrete (SCC)* dengan Kandungan *Superplasticizer* yang Bervariasi. Makassar.