

**USULAN**  
**PENELITIAN INTERNAL DOSEN**  
**Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik**



**Perbandingan Kinerja Beton Dengan Bahan Substitusi Fiberglass**  
**Sebagai Bahan Pengganti Pasir**

**Tim Peneliti**

**Yulis Widhiastuti ST., MT., Ir. Soegyarto., MM, Andy Yanuar Putra Riyadi**

*Dibiayai oleh:*

*Universitas Bojonegoro*

*Periode 1 atau 2 Tahun Anggaran 2024/2025*

**UNIVERSITAS BOJONEGORO**

**2025**

## HALAMAN PENGESAHAN

### PROPOSAL PENELITIAN PENDANAAN PERGURUAN TINGGI

1. Judul Penelitian : Perbandingan Kinerja Beton Dengan Bahan Substitusi Fiberglass Sebagai Bahan Pengganti Pasir
2. Ketua Peneliti
  - a. Nama Peneliti : Yulis widhiastuti ST., MT.
  - b. NIDN : 0713047601
  - c. Program Studi : Teknik Sipil
  - d. E-mail : [yuliswidhiastuti9@gmail.com](mailto:yuliswidhiastuti9@gmail.com)
  - e. Bidang Keilmuan : Teknologi Bahan
3. Anggota Peneliti 1
  - a. Nama (Dosen/ Mahasiswa) : Ir.Soegyarto, ST.,MM
  - b. NIDN/NIM : 0730105901
  - c. Program Studi : Teknik Sipil
  - d. E-mail : [soegyarto37@gmail.com](mailto:soegyarto37@gmail.com)
  - e. Bidang Keilmuan : Transport
- Anggota Peneliti 2
  - a. Nama (Dosen/ Mahasiswa) : Andy Yanuar Putra Riyadi
  - b. NIDN/NIM : 22222011001
  - c. Program Studi : Teknik Sipil
  - d. E-mail : [Sayasendiri890@gmail.com](mailto:Sayasendiri890@gmail.com)
  - e. Bidang Keilmuan :
4. Jangka Waktu Penelitian : 3 Bulan
6. Lokasi Penelitian : Laboratorium Universitas Bojonegoro
7. Dana Diusulkan : Rp. 3.500.000,00

Mengetahui,  
Ketua LPPM Universitas Bojonegoro

Bojonegoro, 1 Januari 2025  
Pengusul,



Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc.  
NIDN 07 2108 8601

Yulis Widhiastuti ST., MT.  
NIDN. 0713047601

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan proposal penelitian ini dengan judul " Perbandingan Kinerja Beton Dengan Bahan Substitusi Fiberglass Sebagai Bahan Pengganti Pasir ".

Dalam penyusunan proposal penelitian ini, kami telah menerima bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Arief Januwarso, S.Sos, M.Si, Selaku Ketua Yayasan Suyitno Bojonegoro.
2. Dr. Tri Astuti Handayani, SH., MM., M.Hum., Selaku Rektor Universitas Bojonegoro
3. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Universitas Bojonegoro

Kami menyadari bahwa proposal penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dari semua pihak demi perbaikan dan penyempurnaan penelitian ini di masa mendatang.

Akhir kata, kami berharap semoga proposal penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.

Bojonegoro, 1 Januari 2025

Hormat kami,

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
ABSTRAK.....	ix
BAB I .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II.....	4
2.1 Beton .....	4
2.3 Semen Portland.....	4
2.4 Fiberglass.....	6
2.5 Air.....	7
2.6 Agregat .....	8
2.6.1 Agregat Halus.....	8
2.6.2 Agregat Kasar.....	9
2.7 Sifat Meknaik Beton.....	10
2.7.1 Kuat Tekan Beton .....	10
2.7.2 Kuat Tarik Belah Beton .....	11
2.8 Perawatan Beton.....	11

2.9	Bahan Tambahan .....	12
2.10	Pengujian Material.....	12
2.10.1	Gradasi Agregat .....	12
2.10.2	Berat Isi Agregat .....	12
2.10.3	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air.....	13
2.10.4	Pemeriksaan Kadar Lumpur.....	13
2.10.5	Pemeriksaan Kadar Air .....	13
2.10.6	Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar .....	14
2.10.7	Pengujian Zat Organik Agregat Halus .....	14
2.11	Penelitian Terdahulu .....	15
BAB III .....		18
3.1	Umum.....	18
3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	18
3.3	Alat dan Bahan Penelitian .....	18
3.4	Perhitungan Desain Campuran.....	19
3.5	Langkah-langkah Pembuatan Beton.....	19
3.6	Bagan Alur Penelitian .....	22
BAB IV .....		23
4.1	Hasil Pengujian Kadar Lumpur.....	23
4.1.1	Kadar Lumpur Agregat Halus.....	23
4.1.2	Kadar Lumpur Agregat Kasar.....	24
4.2	Hasil Pengujian Kadar Organik.....	24
4.3	Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat .....	25
4.3.1	Hasil Analisa Ayakan Agregat Halus .....	25
4.3.2	Hasil Analisa Ayakan Agregat Kasar .....	26

4.4	Hasil Pengujian Kadar Air .....	28
4.5	Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat.....	29
4.6	Hasil Pengujian Berat Isi Agregat .....	30
4.6.1	Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus .....	30
4.6.2	Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar .....	31
4.7	Hasil Perhitungan Mix Design .....	32
4.8	Kebutuhan Fiberglass .....	37
4.9	Hasil Pengujian Slump .....	37
4.10	Hasil Uji Kuat Tekan Beton.....	38
4.11	Analisis Hasil Uji.....	43
	DAFTAR PUSTAKA .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Bahan Dasar Semen Portland.....	5
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus .....	23
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar .....	24
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kadar Organik .....	25
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Halus .....	26
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Kasat.....	27
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus Asli .....	28
Tabel 4. 7 13 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus SSD .....	28
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar Asli .....	28
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar SSD.....	29
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.....	29
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.....	30
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus Lepas/Gembur.....	31
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus Padat .....	31
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar Lepas/Gembur.....	31
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar Padat .....	32
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Mix Design Beton .....	33
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Mix Design Beton Lanjutan .....	34
Tabel 4. 18 Nilai Deviasi Standar untuk berbagai Tingkat.....	34
Tabel 4. 19 Perkiraan Kadar Air Bebas .....	35
Tabel 4. 20 Persyaratan Jumlah Semen Minimum Dan FAS Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus.....	35
Tabel 4. 21 Persentase Penambahan .....	37
Tabel 4. 22 Hasil Nilai Slump Hasil Nilai Slump.....	38
Tabel 4. 23 Hasil Pengujian Kuat tekan Beton Umur 7 Hari.....	38
Tabel 4. 24 Hasil Pengujian Kuat tekan Beton Umur 14 Hari.....	40
Tabel 4. 25 Hasil Pengujian Kuat tekan Beton Umur 28 Hari.....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Bagan Alur Penelitian .....	22
Gambar 4. 1 . Pengujian Kandungan Organik .....	25
Gambar 4. 2 Gradasi Zona 2 Ayakan Agregat Halus.....	26
Gambar 4. 3 Grafik Ukuran 20 mm Ayakan Agregate Kasar.....	27
Gambar 4. 4 Grafik Perhitungan Faktor Air Semen .....	36
Gambar 4. 5 Grafik Perhitungan Perkiraan Berat Isi Beton Basah.....	37
Gambar 4. 6 Hasil Pengujian kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	39
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	41
Gambar 4. 8 Hasil Pengujian kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	42

## **ABSTRAK**

Fiberglass, dengan sifat mekanik yang unggul dan ketahanan terhadap korosi, telah diusulkan sebagai pengganti parsial atau total untuk pasir dalam campuran beton. Meskipun penelitian mengenai penggunaan serbuk kaca sebagai substitusi pasir telah banyak dilakukan, studi khusus yang mengkaji penggunaan fiberglass sebagai pengganti agregat halus dalam beton masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada analisis perbandingan kinerja beton dengan substitusi fiberglass sebagai bahan pengganti pasir, dengan mempertimbangkan berbagai aspek mekanik dan durabilitas. Penambahan fiberglass dalam campuran beton pada variasi tertentu tidak dapat meningkatkan kuat tekan beton Hybrid pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Nilai optimum uji kuat tekan beton umur 7 hari berada pada variasi 2% penambahan fiberglass yaitu sebesar 12.14 MPa karena tidak terlalu mengalami penurunan secara signifikan. Nilai optimum uji kuat tekan beton umur 14 hari juga berada pada variasi 2% sebesar 15.01 MPa, dan untuk Nilai optimum uji kuat tekan beton umur 28 hari juga berada pada variasi 2% sebesar 18.38 MPa.

Kata Kunci : Beton, Fiberglass, Kuat Tekan

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Penggunaan material alternatif dalam campuran beton telah menjadi fokus penelitian untuk meningkatkan kinerja dan keberlanjutan konstruksi. Salah satu pendekatan yang menarik adalah substitusi agregat halus, seperti pasir, dengan bahan lain yang memiliki karakteristik fisik dan mekanik yang sesuai. Fiberglass, dengan sifat mekanik yang unggul dan ketahanan terhadap korosi, telah diusulkan sebagai pengganti parsial atau total untuk pasir dalam campuran beton.

Penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi berbagai bahan substitusi untuk pasir dalam beton. Aditya (2012) meneliti penggunaan limbah pasir onyx sebagai substitusi pasir dan menemukan peningkatan kuat tekan serta penyerapan air yang lebih rendah pada paving block. Selain itu, Tumingan et al. (2016) mengkaji pemanfaatan pond ash sebagai pengganti pasir, yang menunjukkan penurunan porositas dan peningkatan kekuatan tekan beton.

Penggunaan bahan alami sebagai substitusi juga telah diteliti. Bunyamin et al. (2021) mengkaji substitusi cangkang tiram sebagai pengganti sebagian semen dan pasir halus, yang menghasilkan peningkatan kuat tarik belah beton. Simatupang et al. (2017) meneliti kelayakan penggunaan tanah putih sebagai pengganti agregat halus dan menemukan bahwa kualitas beton yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan.

Selain itu, penelitian oleh Diana et al. (2020) menunjukkan bahwa penambahan abu daun bambu sebagai substitusi material semen dapat meningkatkan kinerja beton. Namun, studi khusus mengenai penggunaan fiberglass sebagai pengganti pasir dalam beton masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja beton dengan substitusi fiberglass sebagai bahan pengganti pasir, dengan fokus pada aspek kuat tekan, durabilitas, dan sifat mekanik lainnya.

Studi oleh Sudjati et al. (2014) mengkaji pengaruh penggunaan serbuk kaca sebagai bahan substitusi agregat halus terhadap sifat mekanik beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serbuk kaca dapat meningkatkan kuat tekan beton hingga persentase tertentu sebelum akhirnya menurun akibat peningkatan kadar serbuk kaca. Selain itu, penelitian oleh Fakhri (2019) meneliti pemanfaatan serbuk kaca sebagai substitusi sebagian pasir pada campuran beton dan bondcrete, yang menunjukkan peningkatan kuat tarik belah beton dengan penambahan serbuk kaca hingga 10%.

Penelitian lain oleh Wijaya Kusuma et al. (2020) mengevaluasi pemanfaatan limbah kaca sebagai pengganti sebagian volume pasir dan fly ash 20% sebagai bahan pengganti semen. Hasilnya menunjukkan bahwa persentase optimal penggunaan limbah kaca sebagai pengganti pasir adalah 18,44%, yang memberikan ketahanan beton terbaik terhadap agresi sulfat dan kuat tekan maksimal sebesar 21,07 MPa. Selain itu, studi oleh Sudjati et al. (2014) mengindikasikan bahwa substitusi serbuk kaca hingga 30% dapat meningkatkan kuat tekan beton hingga 34,79 MPa.

Meskipun penelitian mengenai penggunaan serbuk kaca sebagai substitusi pasir telah banyak dilakukan, studi khusus yang mengkaji penggunaan fiberglass sebagai pengganti agregat halus dalam beton masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada analisis perbandingan kinerja beton dengan substitusi fiberglass sebagai bahan pengganti pasir, dengan mempertimbangkan berbagai aspek mekanik dan durabilitas.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh fiberglass pada beton, sebagai pengganti sebagian semen yang di tinjau dari nilai kuat tekannya?
2. Bagaimana perbandingan setiap penambahan batu kapur dengan penambahan variasi 0%, 2%,4%, 6%?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Dilihat dari rumusan masalah yang akan diteliti oleh peneliti, maka tujuan utama dari dilakukannya penelitian sebagai berikut :

1. Penelitian ini akan mengevaluasi apakah fiberglass sebagai pengganti pasir dalam kuat tekan beton dibandingkan dengan beton normal.
2. Penelitian ini bertujuan membandingkan variasi persentase fiberglass sebagai pengganti pasir untuk menentukan kadar optimal yang memberikan kekuatan tekan terbaik pada beton.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Berkontribusi pada ilmu pengetahuan dengan menambah wawasan dalam teknik sipil tentang penggunaan bahan substitusi dalam beton.
2. Memberikan alternatif penggunaan fiberglass untuk mengurangi ketergantungan pada pasir.
3. Berkembangnya pengetahuan tentang penggunaan bahan campuran dalam teknologi konstruksi di Indonesia.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Beton**

Beton adalah campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan, yang membentuk massa padat (SK SNI T-15-1991-03). Beton dihasilkan dari pencampuran agregat halus seperti pasir dan agregat kasar seperti batu pecah, dengan tambahan semen dan air untuk mendukung reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan. Kekuatan dan daya tahan (durabilitas) beton dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk rasio campuran, mutu bahan, metode pengecoran, teknik finishing, suhu, dan kondisi perawatan selama pengerasan (Istimawan, Dipohusodo, 1994-1996).

Kekuatan tekan beton jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatan tariknya, dan beton memiliki sifat yang getas (rapuh). Kekuatan tarik beton hanya berkisar antara 9% hingga 15% dari kekuatan tekan. Dalam penggunaannya sebagai komponen struktural bangunan, beton biasanya bekerja sama dengan bahan lain untuk mengatasi kelemahannya, terutama pada bagian yang menerima gaya tarik, karena beton hanya mampu menahan gaya tekan. Ketika beton digunakan bersama dengan baja, maka dikenal sebagai beton bertulang, yang dirancang untuk memperkuat kemampuan struktur. Dalam perkembangannya, beton bertulang sering ditempatkan di area struktur di mana keduanya dapat berfungsi untuk menahan gaya tekan, sehingga meningkatkan keseluruhan kekuatan komponen struktural (Istimawan, Dipohusodo, 1994).

#### **2.3 Semen Portland**

Semen Portland adalah semen yang diperoleh dengan mencampur bahan-bahan yang mengandung kapur, membakarnya pada temperature yang mengakibatkan terbentuknya klinker dan kemudian menghaluskan klinker dengan gips sebagai bahan tambahan (Lestari et al., 2021). Fungsi semen adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat agar terjadi massa yang padat dan

semennya juga berguna untuk mengisi rongga-rongga pada butiran agregat (Phelia & Damanhuri, 2019)

Bahan dasar semen Portland terdiri dari bahan-bahan yang mengandung kapur, silika, alumina, dan oksida besi, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel

Tabel 2. 1 Bahan Dasar Semen Portland

Oksida	Persen
Kapur, CaO	60 – 65
Silika, SiO <sub>2</sub>	17 – 25
Alumina, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3 – 8
Besi, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 – 6
Magnesia, Mg <sub>3</sub>	0,5 – 4
Sulfur, S <sub>0</sub> <sub>3</sub>	1 – 2
Soda/Potash, Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0.5 – 1

Berdasarkan SNI 15-2049-2004, semen portland adalah jenis semen hidrolis yang dibuat dengan menggiling terak semen portland, yang sebagian besar terdiri dari kalsium silikat bersifat hidrolis, bersama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat. Selain itu, bahan tambahan lainnya juga dapat ditambahkan selama proses penggilingan.

Semen Portland tersedia dalam beberapa jenis yang disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi dan kondisi lingkungan tertentu. Berikut ini adalah jenis-jenis semen Portland yang umum digunakan :

1. Semen Portland Tipe I (Ordinary Portland Cement)

Tipe I adalah semen Portland standar yang digunakan untuk konstruksi umum yang tidak memerlukan karakteristik khusus. Jenis ini cocok untuk struktur seperti bangunan, jembatan, dan jalan, di mana tidak ada persyaratan khusus untuk ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi rendah.

2. Semen Portland Tipe II (Moderate Sulfate Resistance)

Tipe II adalah semen yang dirancang untuk ketahanan sedang terhadap sulfat, sehingga ideal untuk struktur yang terpapar sulfat dalam jumlah rendah

di tanah atau air. Semen ini juga menghasilkan panas hidrasi lebih rendah dibandingkan Tipe I, sehingga sering dipilih untuk konstruksi besar seperti bendungan yang membutuhkan pengendalian panas selama proses pengerasan beton.

3. Semen Portland Tipe III (High Early Strength)

Tipe III adalah semen dengan kekuatan awal tinggi, ideal untuk proyek konstruksi yang membutuhkan pengerasan cepat, seperti perbaikan jalan dan jembatan yang harus segera dibuka kembali. Semen Tipe III menghasilkan panas hidrasi lebih tinggi dan mengeras lebih cepat, sehingga cocok untuk digunakan di daerah bersuhu rendah.

4. Semen Portland Tipe IV (Low Heat of Hydration)

Tipe IV memiliki panas hidrasi yang sangat rendah, sehingga mengurangi risiko retak pada beton akibat peningkatan suhu selama proses pengerasan. Jenis ini ideal untuk proyek-proyek besar seperti bendungan dan gedung bertingkat tinggi, di mana pengendalian suhu sangat penting selama pengerasan beton.

5. Semen Portland Tipe V (High Sulfate Resistance)

Tipe V dirancang dengan ketahanan tinggi terhadap sulfat, sehingga cocok untuk struktur yang terpapar konsentrasi sulfat tinggi, seperti di area pesisir atau wilayah dengan air tanah berkadar sulfat tinggi. Jenis ini memberikan perlindungan efektif terhadap kerusakan beton akibat paparan sulfat.

Setiap jenis semen Portland dipilih berdasarkan kebutuhan teknis dan kondisi lingkungan tempat beton akan digunakan, sehingga memastikan kualitas, daya tahan, dan umur panjang struktur yang dibangun.

## 2.4 Fiberglass

Fiberglass adalah serat yang terbuat dari kaca cair yang ditarik hingga memiliki diameter antara 0,005 mm hingga 0,01 mm, sehingga menghasilkan serat tipis. Serat ini kemudian dipintal menjadi benang atau ditenun menyerupai kain, lalu diresapi dengan resin untuk menghasilkan material yang kuat dan tahan terhadap korosi. Fiberglass merupakan salah satu jenis bahan

fiber komposit yang memiliki berbagai keunggulan, seperti kekuatan yang tinggi namun tetap ringan. Meskipun tidak sekuat dan seringan carbon fiber, fiberglass lebih elastis dan memiliki harga yang relatif lebih terjangkau di pasaran (Bintang Sinosa, 2021).

Dalam penelitian ini, fiberglass yang digunakan adalah jenis fiberglass matt, yang diuraikan terlebih dahulu dengan variasi penambahan 0%, 0,1%, 0,2%, dan 0,3% dari berat semen. Fiberglass matt merujuk pada serat berwarna putih dengan susunan yang tidak beraturan. Fungsi utamanya adalah sebagai penguat resin, terutama dalam pembuatan lembaran agar tidak mudah retak atau pecah. Selain itu, fiberglass matt juga diaplikasikan sebagai pelapis untuk menambah ketebalan lapisan fiberglass.

## 2.5 Air

Air merupakan komponen yang sangat vital dalam proses pembuatan beton. Air diperlukan untuk memfasilitasi reaksi antara semen dan untuk melembapkan agregat, sehingga mempermudah proses pembuatan. Ketika air bercampur dengan semen, terjadi reaksi kimia yang menghasilkan pasta semen, yang penting untuk menentukan jumlah air yang dibutuhkan dalam pembuatan beton. Sebaiknya, penggunaan air disesuaikan dengan berat semen, karena terlalu sedikit air dapat menyulitkan proses pencampuran, sementara terlalu banyak air dapat mengurangi kekuatan beton.

Air yang dipergunakan dalam pembuatan beton harus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur dan benda melayang lainnya yang lebih dari 2 gr/liter
2. Tidak mengandung garam atau asam yang dapat merusak beton, zat organik dan sebagainya lebih dari 15 gram per liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 1 gram per liter.
4. Tidak mengandung senyawa *sulfat* lebih dari 1 gram per liter.

## **2.6 Agregat**

Agregat adalah partikel alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton (Tjokrodinuljo, 1992). Dalam komposisi beton, agregat menyumbang sekitar 70–75% dari total massa, sehingga sangat berpengaruh terhadap karakteristik mortar dan beton. Berat jenis agregat juga memengaruhi kekuatan tekan beton yang dihasilkan; agregat normal memiliki berat jenis antara 2,5–2,7 dan dapat menghasilkan beton dengan kekuatan tekan antara 15–40 MPa.

Agregat yang berkualitas baik sangat berpengaruh terhadap mutu beton. Semakin tinggi kualitas agregat, semakin baik daya tahan (durability) beton yang dihasilkan. Peningkatan mutu beton terjadi karena adanya peningkatan tegangan pada setiap permukaan agregat (Cordon dan Gillespie, 1963).

Agregat terbagi menjadi agregat halus dan agregat kasar, yang diikat oleh semen.

### **2.6.1 Agregat Halus**

Agregat halus adalah salah satu bahan utama dalam campuran beton dan mortar, yang biasanya terdiri dari pasir, baik pasir alam maupun hasil pemecahan batu. Fungsi agregat ini adalah untuk mengisi ruang kosong di antara agregat kasar dan meningkatkan kekuatan keseluruhan struktur beton. Partikel agregat halus berukuran kurang dari 4,75 mm, sehingga dapat memberikan permukaan yang lebih halus pada beton dan menghasilkan campuran yang lebih padat.

Dalam konstruksi, agregat halus digunakan karena kemampuannya untuk menyebar dengan mudah dan mengisi rongga, yang berpengaruh pada kekuatan, kepadatan, dan daya tahan beton. Komposisi dan karakteristik agregat halus sangat penting untuk menghasilkan kualitas beton yang baik. Memilih agregat halus yang bersih, bebas dari bahan organik, dan partikel halus yang berlebihan dapat mencegah retak dan masalah lain dalam beton, sehingga menghasilkan struktur yang lebih tahan lama.

Berbagai jenis pasir, seperti pasir sungai dan pasir laut, sering digunakan sebagai agregat halus. Namun, sifat kimia dan fisik masing-masing jenis pasir ini perlu diperhatikan. Misalnya, pasir laut harus dicuci dari garam yang dapat merusak beton. Kualitas agregat halus juga diukur berdasarkan gradasi dan modulus kehalusan, di mana ukuran partikel yang lebih halus menghasilkan permukaan beton yang lebih halus, sementara gradasi yang baik membantu mengoptimalkan ketahanan beton terhadap beban eksternal..

### **2.6.2 Agregat Kasar**

Agregat kasar adalah material yang terdiri dari butiran atau pecahan batu dengan ukuran partikel lebih besar dari 4,75 mm, digunakan dalam campuran beton dan konstruksi lainnya. Material ini berfungsi sebagai tulang punggung dalam struktur beton, memberikan kekuatan, stabilitas, dan ketahanan terhadap tekanan. Agregat kasar biasanya berasal dari batuan alam seperti batu kali, batu kapur, dan granit yang dipecah menjadi ukuran tertentu.

Pemilihan agregat kasar yang tepat sangat penting untuk menghasilkan beton berkualitas tinggi. Ukuran, bentuk, dan tekstur permukaan agregat kasar mempengaruhi kekuatan dan kepadatan beton yang dihasilkan. Agregat kasar dengan permukaan kasar lebih baik dalam menempel pada pasta semen, sehingga meningkatkan kohesi dan kekuatan beton. Selain itu, gradasi atau distribusi ukuran partikel juga penting untuk memastikan beton memiliki kepadatan dan daya tahan yang optimal terhadap gaya eksternal.

Dalam aplikasinya, agregat kasar harus bersih dan bebas dari kotoran, lumpur, dan bahan organik yang dapat mengganggu proses pengikatan semen. Agregat kasar yang berkualitas rendah atau terkontaminasi dapat membuat beton menjadi rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu, pemilihan dan pengujian agregat kasar, seperti pengujian kekuatan, kepadatan, dan keausan, perlu dilakukan untuk memastikan beton yang dihasilkan memiliki ketahanan yang baik dan dapat bertahan dalam jangka waktu lama.

## **2.7 Sifat Mekanik Beton**

Sifat mekanik beton meliputi kemampuan material ini dalam menahan berbagai beban dan deformasi, dengan kekuatan tekan sebagai karakteristik utamanya. Beton memiliki kekuatan tekan yang besar, namun kekuatan tariknya relatif rendah, sehingga sering dilengkapi dengan tulangan baja untuk menahan beban tarik. Kerapatan beton bervariasi, tergantung pada komposisi agregat dan semen, yang juga memengaruhi kekuatan serta ketahanannya terhadap abrasi dan serangan kimia. Sifat getas beton membuatnya tidak mampu mengalami deformasi signifikan sebelum keruntuhan, sehingga membutuhkan perencanaan yang cermat untuk penggunaan struktural di berbagai kondisi lingkungan.

### **2.7.1 Kuat Tekan Beton**

Kuat tekan beton menunjukkan kualitas struktur yang dihasilkan. Semakin tinggi kekuatan yang diharapkan dari struktur, semakin tinggi pula mutu beton yang dibutuhkan. Kuat tekan ini merupakan salah satu indikator utama kinerja beton, yang menunjukkan kemampuan beton untuk menahan gaya tekan per satuan luas. Meskipun beton memiliki tegangan tarik yang rendah, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan disangga oleh beton. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan alat uji tekan pada benda uji berbentuk silinder sesuai prosedur ASTM C-39 atau kubus sesuai standar BS-1881 halaman 116, biasanya pada umur beton 28 hari.

Kuat tekan beton, yang dinyatakan dalam satuan MPa, menunjukkan kemampuan beton menahan gaya tekan per satuan luas. Pengujian kuat tekan beton ( $f'_c$ ) dilakukan menggunakan silinder beton berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dengan pengujian umumnya dilakukan pada usia 28 hari dengan beban tertentu. Selama masa 28 hari ini, silinder beton biasanya ditempatkan di ruangan bersuhu tetap dan kelembapan 100% untuk memastikan kondisi yang konsisten.

Kuat tekan beton, diukur dalam satuan MPa, menggambarkan kapasitas beton dalam menahan tekanan per satuan luas. Pengujian kuat tekan ( $f'_c$ ) dilakukan pada silinder beton berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, biasanya pada umur 28 hari dengan tingkat beban tertentu. Selama periode 28 hari ini, silinder

beton ditempatkan dalam ruangan dengan suhu stabil dan kelembapan 100% untuk menjaga kondisi uji tetap konsisten.

### **2.7.2 Kuat Tarik Belah Beton**

Kuat tarik beton berkisar antara 9% hingga 15% dari kuat tekannya. Rendahnya kuat tarik ini disebabkan oleh adanya retak-retak halus dalam beton. Retak-retak ini umumnya tidak berdampak besar saat beton menerima beban tekan, karena tekanan tersebut justru membantu menutup retak, memungkinkan penyaluran tekanan. Namun, hal ini tidak berlaku ketika beton menerima beban tarik. Meskipun kuat tarik sering diabaikan dalam perhitungan desain, sifat ini tetap penting karena memengaruhi dimensi beton dan potensi retak. Selain itu, kuat tarik beton membantu mengurangi besarnya lendutan. Karena nilai kuat tarik beton relatif rendah, perhitungan modulus elastisitas tarik biasanya jarang dilakukan.

Kuat tarik beton dipengaruhi oleh kualitas atau mutu beton itu sendiri. Setiap upaya peningkatan mutu untuk memperbesar kekuatan tekan beton hanya memberikan peningkatan kecil pada kuat tariknya. Dalam sistem SI, hubungan antara kuat tarik dan kuat tekan ( $f_c$ ) dinyatakan sebagai  $0,5 \sqrt{f_c}$  hingga  $0,6 \sqrt{f_c}$ . Secara umum, kuat tarik beton diperkirakan sekitar 9% hingga 15% dari kekuatan tekannya, meskipun pengukuran pastinya sulit dilakukan (Mulyono, 2004).

### **2.8 Perawatan Beton**

Perawatan beton, atau curing, merupakan tahap akhir dari proses pembetonan, bertujuan menjaga agar permukaan beton segar tetap lembab sejak proses pemadatan hingga hidrasi selesai secara memadai. Penguapan yang berlebihan dapat menyebabkan penyusutan kering secara dini, menimbulkan tegangan tarik yang berisiko memicu retak jika beton belum cukup kuat untuk menahannya. Oleh sebab itu, metode perawatan dirancang agar beton tetap basah. Tujuan utama perawatan ini adalah mempertahankan kondisi lembab pada beton selama beberapa hari atau minggu hingga pengujian dilakukan. Perawatan yang optimal akan meningkatkan beberapa aspek kualitas beton.

## **2.9 Bahan Tambahan**

Menurut ACI (American Concrete Institute), bahan tambah adalah material selain air, agregat, dan semen hidrolis yang dicampurkan ke dalam beton atau mortar sebelum atau selama proses pengadukan. Tujuan penambahan ini adalah untuk memodifikasi satu atau lebih sifat beton baik saat masih dalam keadaan segar maupun setelah mengeras. Bahan tambah umumnya ditambahkan dalam jumlah yang kecil dan harus diawasi secara ketat untuk mencegah penggunaan yang berlebihan, yang dapat merugikan kualitas beton.

Penambahan bahan tambah ke dalam campuran beton atau mortar tidak mengubah komposisi bahan lainnya secara signifikan, karena bahan tambah ini biasanya berfungsi sebagai pengganti atau substitusi dalam campuran. Tujuan penggunaannya adalah untuk meningkatkan atau mengubah sifat serta karakteristik tertentu dari beton atau mortar yang dihasilkan. Oleh karena itu, perubahan komposisi dalam hal berat volume tidak terasa secara langsung jika dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah.

## **2.10 Pengujian Material**

Pengujian material mencakup pengukuran jumlah serta jenis agregat yang memenuhi syarat, termasuk air, agregat halus, dan agregat kasar. Bentuk dan metode pengujian dilakukan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, sehingga hasilnya dapat digunakan untuk keperluan perencanaan.

### **2.10.1 Gradasi Agregat**

Analisis gradasi, atau pemeriksaan gradasi, untuk agregat halus dan kasar adalah prosedur untuk menganalisis distribusi ukuran butir agregat menggunakan alat ayakan. Metode ini berfungsi sebagai panduan dalam pemeriksaan untuk menentukan distribusi ukuran butir (gradasi) agregat halus dan kasar dengan saringan yang telah ditetapkan.

### **2.10.2 Berat Isi Agregat**

Uji berat isi adalah metode untuk mengukur berat per satuan volume material, seperti beton, yang mencakup total berat komponen dalam campuran

(agregat kasar, agregat halus, air, dan semen). Dalam konteks beton, berat isi berguna untuk mengetahui kepadatan campuran beton baik dalam kondisi segar maupun keras. Pengujian ini dilakukan dengan mengisi cetakan tertentu dengan beton segar hingga penuh dan memadatkannya untuk menghilangkan udara yang terperangkap. Setelah cetakan terisi, beton ditimbang, dan hasilnya dibagi dengan volume cetakan untuk mendapatkan nilai berat isi. Nilai ini berperan dalam memastikan bahwa beton memenuhi kualitas dan spesifikasi konstruksi yang diinginkan.

### **2.10.3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air**

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air adalah proses pengujian yang bertujuan untuk menentukan berat jenis agregat (baik curah, kering permukaan jenuh, maupun semu) serta kapasitas agregat dalam menyerap air. Pengujian ini penting karena berat jenis berpengaruh terhadap kekuatan dan stabilitas beton, sedangkan penyerapan air memengaruhi ketahanan beton terhadap kondisi lingkungan. Hasil dari pengujian ini digunakan untuk memastikan bahwa agregat memenuhi standar kualitas yang diperlukan dalam campuran beton.

### **2.10.4 Pemeriksaan Kadar Lumpur**

Pemeriksaan kandungan lumpur bertujuan untuk menentukan jumlah lumpur (tanah liat dan debu) yang terdapat dalam pasir dengan akurat. Pengujian ini dilakukan menggunakan metode penjumlahan material dalam agregat yang lolos saringan No. 200 (0,0075 mm) sebagai acuan. Prosedur ini menjadi pedoman dalam pengujian untuk menetapkan jumlah kandungan lumpur setelah benda uji dicuci.

### **2.10.5 Pemeriksaan Kadar Air**

Uji kadar air adalah metode untuk mengukur persentase air yang terdapat dalam suatu material, seperti agregat, sebelum digunakan dalam campuran beton. Pengujian ini sangat penting karena kadar air dapat mempengaruhi workability, kekuatan, dan stabilitas beton. Prosedur pengujian umumnya melibatkan pengeringan sampel material hingga mencapai berat kering yang konstan, kemudian menghitung persentase air dengan membandingkan berat awal dan berat setelah pengeringan. Hasil dari uji kadar air ini berguna untuk menentukan jumlah

air yang tepat dalam campuran beton, agar sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

#### **2.10.6 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar**

Pemeriksaan keausan agregat kasar adalah pengujian yang bertujuan untuk mengukur ketahanan agregat terhadap abrasi dan keausan akibat beban dan gesekan. Pengujian ini sangat penting untuk memastikan bahwa agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton atau aspal memiliki daya tahan yang memadai, sehingga dapat mempertahankan kualitas dan umur panjang struktur. Salah satu metode yang umum digunakan dalam pemeriksaan ini adalah mesin Los Angeles, yang mengukur sejauh mana agregat mengalami pengikisan setelah menjalani proses pengujian. Hasil dari pemeriksaan ini memberikan informasi mengenai kualitas agregat dan kemampuannya dalam mempertahankan sifat fisiknya dalam kondisi penggunaan yang sebenarnya.

#### **2.10.7 Pengujian Zat Organik Agregat Halus**

Pengujian zat organik pada agregat halus adalah prosedur yang bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan dan konsentrasi zat organik dalam agregat halus, seperti pasir. Zat organik ini dapat berasal dari sisa-sisa tumbuhan, bahan organik yang terurai, atau kontaminan lainnya yang dapat memengaruhi kualitas dan kinerja campuran beton. Pengujian ini sangat penting, karena keberadaan zat organik dalam jumlah besar dapat melemahkan ikatan antara agregat dan semen, yang dapat mengurangi kekuatan dan ketahanan beton.

Metode yang umum digunakan dalam pengujian ini mencakup penggunaan larutan natrium hidroksida (NaOH) atau larutan HCl untuk mengekstrak zat organik dari agregat halus. Setelah ekstraksi, perubahan warna larutan diukur untuk menentukan konsentrasi zat organik. Hasil dari pengujian ini memberikan informasi mengenai kelayakan agregat halus untuk digunakan dalam campuran beton sesuai dengan standar yang berlaku.

## 2.11 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Hasil
1.	Dharmawan dkk (2016)	Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Menggunakan Hammer Test dan Compression Testing Machine terhadap Beton Pasca Bakar	Besarnya penurunan kuat tekan beton yang dibakar selama 3 jam pada temperatur 300°C dan 600°C berturut turut menggunakan pengujian compression testing machine (CTM) adalah 15,77% atau sebesar 51,1 kg/cm <sup>2</sup> dan 21,89% atau sebesar 70,93 kg/cm <sup>2</sup>
2.	Krisna Dwi Kurniawan dkk (2016)	Uji Kuat Tekan Dan Absorpsi Pada Beton Ringan Dengan Penambahan Limbah Bata Ringan Dan Bubuk Talek.	Adapun hasil dari penelitian ini adalah nilai kuat tekan Beton mengalami peningkatan target yaitu yang awalnya k-225 menjadi k-400 pada salah satu sampel beton normal dan memiliki rata-rata k-360. Kemudian hasil nilai kuat tekan Beton dengan penambahan limbah bata ringan 10% 20%, 30%, 40% dan bubuk talek 8% mengalami penurunan yaitu dengan masing-masing hasil rata-rata k-294, k271, k-251, dan k-225. Untuk pemeriksaan arbsorpsi Beton sampel mengalami kenaikan rata-rata yaitu pada perendaman 1 Jam 0,0016%, 4 Jam 0,0027% dan 24 Jam 0,0047%. Untuk hasil pemeriksaan berat jenis, dari setiap benda uji dari variasi 1 – 5 mengalami penurunan masing masing 2,26, 2,24, 2,23, 2,16 dan 2,028 maka

			yang memiliki berat jenis paling rendah adalah Beton variasi 5 yaitu dengan rata rata berat jenis 2,028.
3.	Hani Ashari (2018)	Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Hebel Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar.	Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan mengganti sebagian agregat kasar menggunakan hebel. Pembuatan sampel menggunakan silinder beton diameter 15x30 cm. kuat tekan beton menggunakan pecahan hebel sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan variabel 35%, 40%, 45%, 50%, 55% mendapatkan kuat tekan rata-rata 5,55 Mpa : 5,33 Mpa : 4,95 Mpa : 4,15 Mpa : 4,07 Mpa, pada umur 28 hari.
4.	Angga Aji Nugroho & Rifqi Dharmawan (2020)	Penelitian Uji Kuat Tekan Beton dengan Bahan Tambah Serat Serabut Kelapa	Adapun hasil penelitian ini, dapat disimpulkan kuat tekan tertinggi dicapai oleh beton dengan penambahan serabut kelapa sebesar 1 kg/m <sup>3</sup> , dengan nilai kuat tekan sebesar 31,72 MPa atau terjadi peningkatan sebesar 1,22 % dibandingkan dengan beton normal, yang memiliki kuat tekan 27,63 MPa. 2. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa serabut kelapa dapat digunakan sebagai bahan tambah dalam adukan beton. Dari hasil penelitian diperoleh peningkatan nilai slump pada adukan beton yang menggunakan serabut kelapa dikarenakan sifat serabut yang dapat mudah mengikat

5.	Prasetyo dan Nursyamsi (2013),	Pengaruh Kombinasi Slag dan Fly Ash terhadap Beton Ringan dengan Penambahan Serat Baja.	Dari hasil pengujian didapat kuat tekan optimum terjadi pada Variasi BRSF 2 sebesar 12.073Mpa, sedangkan kuat tarik belah optimum terdapat pada variasi BRSF 2 sebesar 2.094 Mpa, hal ini diakibatkan terdapatnya 2% serat baja dialam campuran tersebut, sedangkan nilai absorbs optimum terjadi pada variasi BRS1 sebesar 2.734%.
----	--------------------------------	---	---

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Umum**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan tujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan batu kapur sebagai pengganti sebagian semen pada beton. Langkah-langkah penelitian diawali dengan membuat desain campuran beton, atau mix design, yang mencakup pasir, semen, air, kerikil, dan tambahan batu kapur (kalsit) sebagai pengganti parsial dari kerikil. Bahan-bahan tersebut dicampurkan secara merata hingga membentuk adonan beton yang siap untuk proses pencetakan. Setelah itu, beton dicetak dan diolah lebih lanjut, kemudian diuji untuk menilai karakteristiknya, seperti kekuatan tekan dan kualitas lainnya, guna melihat perbandingan performa beton dengan komposisi baru ini terhadap beton standar.

#### **3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dimulai pada bulan Januari dan direncanakan selesai pada bulan Februari 2025. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Bojonegoro.

#### **3.3 Alat dan Bahan Penelitian**

Adapun Alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Silinder Uji: Cetakan berukuran 150 mm x 300 untuk uji kuat tekan beton.
2. Mesin Abrasi Los Angeles: Alat untuk simulasi keausan, terbuat dari pelat baja dengan bentuk dan ukuran tertentu, berputar dengan kecepatan khusus.
3. Thickness Gauge: Alat pengukur kepipihan agregat.
4. Concrete Mixer: Mesin pengaduk untuk mencampur bahan beton.
5. Saringan: Alat untuk mengukur gradasi agregat dan menentukan nilai modulus kehalusan agregat kasar dan halus.

6. Timbangan: Digunakan untuk menimbang bahan campuran beton dan berat benda uji berbentuk silinder.
7. Conical Mould: Cetakan berbentuk kerucut dengan diameter atas 3.8 cm, diameter bawah 8.9 cm, dan tinggi 7.6 cm, lengkap dengan alat penumbuk untuk mengukur kondisi SSD agregat halus.
8. Oven: Digunakan untuk mengeringkan agregat pada suhu 220°C.
9. Mesin Uji Tekan (Compression Testing Machine): Alat untuk menguji kekuatan tekan beton.
10. Alat Bantu: Beberapa alat tambahan, seperti ember, sendok semen, mistar, dan gayung, digunakan dalam proses pembuatan benda uji.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Semen Portland (PPC) Tipe I : Digunakan sebagai bahan pengikat utama dalam campuran beton.
2. Limbah Fiberglass : Digunakan sebagai bahan tambahan atau substitusi dalam campuran.
3. Agregat Kasar: Berupa batu pecah yang diperoleh dari Ex.Pamotan
4. Agregat Halus: Pasir yang berasal dari Ex. Lumajang
5. Air : Diambil dari Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Toiltoli untuk campuran beton.

### **3.4 Perhitungan Desain Campuran**

Metode perhitungan yang digunakan dalam perencanaan campuran beton adalah metode SNI 03-2834-2000

### **3.5 Langkah-langkah Pembuatan Beton**

Beberapa Langkah-langkah yang akan digunakan dalam pembuatan beton adalah sebagai berikut :

- **Persiapan Pembuatan Benda Uji**
  1. Siapkan Bahan – bahan Pembuatan Beton.
    - a. Semen Portland
    - b. Agregat Halus
    - c. Agregat Kasar

- d. Semen
  - e. Air
  - f. Batu kapur
2. Siapkan Alat-alat pembuatan beton
- a. Concrete Mixer (Molen)
  - b. Sekop dan Cangkul
  - c. Cetakan atau Bekisting Ukuran 15cm x 30cm
  - d. Alat Pematik (Vibrator)
  - e. Troli atau Gerobak Sorong
  - f. Alat Perata (Trowel)

• **Pembuatan Campuran Beton**

1. Masukkan air sekitar 0,80 kali yang dibutuhkan kemudian masukkan agregat campuran (pasir dan kerikil) ke dalam mesin aduk, sambil mesin aduk diputar. Kemudian masukkan semen di atasnya, kemudian di aduk lagi.
2. Sambil mesin aduk diputar, masukkan air sedikit demi sedikit sampai semua air yang dibutuhkan masuk adukan semua.
3. Waktu pengadukan sebaiknya tidak kurang dari 3 menit.
4. Adukan beton segar kemudian dikeluarkan dari mesin aduk dan ditampung dalam bejana yang cukup besar. Bejana itu harus sedemikian sehingga tidak menimbulkan pemisahan kerikil bila nanti dituangkan di dalam cetakkan.
5. Bila hasil adukan ini akan digunakan untuk pengujian beton, maka pencetakan silinder/kubus harus segera dilakukan setelah selesai pengadukan

• **Pengujian Slump Beton**

1. Cetakan kerucut Abram dan pelat basahi dengan kain basah.
2. Letakan Cetakan diatas Pelat
3. Isilah cetakan sampai penuh dengan beton muda dalam 3 lapis, tiap lapis berisi kira-kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata.pada

pemadatan, tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan. pada lapisan pertama penusukan bagian tepi tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan cetakan.

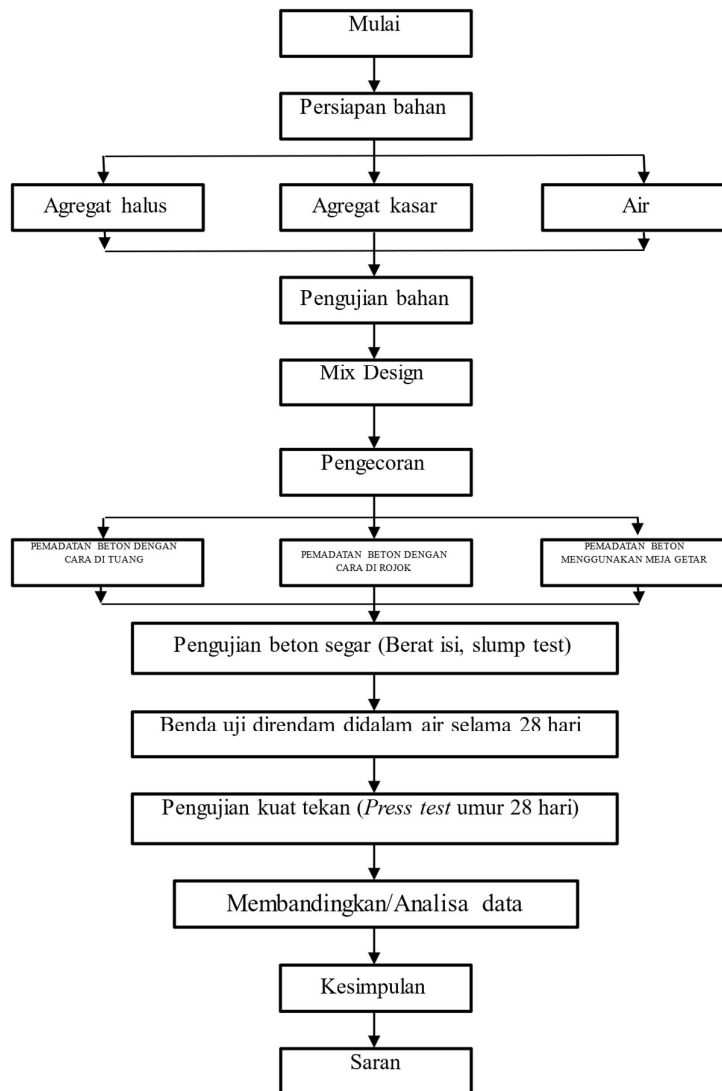
4. Segera setelah selesai pemadatan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat; tunggu selama setengah menit dan dalam waktu ini semua benda uji yang jatuh disekitar cetakan harus disingkirkan.
5. Kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus keatas.
6. Balikam cetakan dan letakan perlahan-lahan disamping benda uji.
7. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.

• **Pembuatan dan Perawatan Benda Uji**

1. Untuk cetakan silinder ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, pengisian adukan beton dilakukan dalam 3 lapis yang tiap lapisnya kira-kira bervolume sama.
2. Pengisian dengan cetok dilakukan ke bagian tepi silinder agar diperoleh beton yang simetri menurut sumbunya (keruntuhan timbunan beton dari tepi ke tengah)
3. Tiap lapis ditusuk-tusuk dengan batang baja penusuk yang berdiameter 16 mm dan panjang 60 cm sebanyak 25 kali. Penusukan dilakukan merata ke semua permukaan lapisan dengan kedalaman sampai sedikit masuk ke lapisan sebelumnya. Kusus untuk lapisan pertama, penusukan jangan sampai mengenai dasar cetakan.
4. Setelah lapis ketiga selesai ditusuk, penuhi bagian atas cetakan dengan adukan beton kemudian ratakan dengan tongkat perata hingga permukaan atas adukan beton rata dengan bagian atas cetakan.
5. Pindahkan cetakan ke ruangan yang lembab.
6. Benda uji silinder harus dikeluarkan dari cetakan setelah 18 jam sampai 24 jam sejak pencetakan.
7. Bersihkan benda uji dari kotoran yang mungkin melekat, beri tanda agar tidak keliru dengan benda uji lain, dan timbanglah.

8. Kembalikan benda ke dalam ruangan lembab atau tempat penuangan beton dikerjakan, setelah benda uji dikeluarkan harus ditutup dengan rapat (misalnya menggunakan kertas kedap air) dan dihindarkan dari sinar panas matahari langsung.

### 3.6 Bagan Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Bagan Alur Penelitian

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Hasil Pengujian Kadar Lumpur**

Untuk menciptakan mutu beton yang baik (kuat tekan tinggi), maka bahan penyusun beton harus memenuhi syarat teknis. Salah satu syarat teknis adalah agregat halus (pasir) tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% berat pasir. Kadar lumpur agregat normal yang diijinkan SK SNI S-04-1989-F untuk agregat halus maksimal 5% dan untuk agregat kasar (split) maksimal 1%. Ada kecenderungan meningkatnya penggunaan air dalam campuran beton yang bersangkutan, jika terdapat lumpur. Lumpur tidak dapat menjadi satu dengan semen sehingga menghalangi penggabungan antara semen dan agregat.

**4.1.1 Kadar Lumpur Agregat Halus**

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro, diperoleh proporsi kadar lumpur agregat halus sebesar 3.31% yang menunjukkan bahwa agregat tersebut dapat digunakan untuk pembuatan beton. Hasil perhitungan kadar lumpur agregat halus ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

No. Contoh	Ukuran Maksimum Agregat		Satuan	
	No. 4 (4.75 mm)			
	I	II		
Berat Kering Benda Uji + Wadah	W1	1110.00	1087.00	Gram
Berat Wadah	W2	110.00	87.00	Gram
Berat Kering Benda Uji Awal	W3 = W1 - W2	1000	1000	Gram
Berat Kering Benda Uji Sesudah Pencucian + Wadah	W4	1080.00	1053.00	Gram
Berat Kering Benda Uji Sesudah Pencucian	W5 = W4 - W2	970.00	966.00	Gram
Persen Bahan Lolos Saringan No. 200 (0.075 mm)				
$W6 = \frac{(W3 - W5)}{W5} \times 100\%$		3.09	3.52	%
Rata - Rata	( 1 + 2 ) / 2	3.31		%

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

#### 4.1.2 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Dari hasil pengujian di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro didapatkan persentase kadar lumpur agregat kasar sebesar sebesar 2.99 %, sehingga agregat tersebut diperbolehkan untuk digunakan dalam pembuatan beton. Hasil perhitungan persentase kadar lumpur agregat kasar dijelaskan dalam tabel berikut :

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

No. Contoh	Ukuran Maksimum Agregat		Satuan
	No. 4 (4.75 mm)		
	I	II	
Berat Kering Benda Uji + Wadah W1	1115.00	1087.00	Gram
Berat Wadah W2	115.00	87.00	Gram
Berat Kering Benda Uji Awal W3 = W1 - W2	1000	1000	Gram
Berat Kering Benda Uji Sesudah Pencucian + Wadah W4	1086.00	1058.00	Gram
Berat Kering Benda Uji Sesudah Pencucian W5 = W4 - W2	971.00	971.00	Gram
Persen Bahan Lolos Saringan No. 200 (0.075 mm)			
$W6 = \frac{(W3 - W5)}{W5} \times 100\%$	2.99	2.99	%
Rata - Rata ( 1 + 2 ) / 2	2.99		%

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

#### 4.2 Hasil Pengujian Kadar Organik

Pengujian kadar organik bertujuan sebagai acuan dan pegangan dalam pasir alam yang akan digunakan sebagai bahan campuran mortar atau beton. Pengujian kadar organik dilakukan dengan cara dimasukkan kedalam tabung gelas ukur sampai mencapai garis 130 ml, kemudian ditambahkan cairan NaOH sampai ketinggian 200 ml. Tutup tabung gelas ukur dan kocok sebanyak 25 kali kemudian didiamkan selama 24 jam. Setelah 24 jam didapatkan kadar organik agregat halus berada pada kolom warna kuning tua (standar nomor 3). Kadar  $W6 = (W3 - W5) \times 100\%$  organik yang boleh digunakan adalah diantara nomor 1- nomor 3. Jika lebih dari nomor 3, agregat tidak bisa digunakan dalam campuran pembuatan beton.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kadar Organik

Agregat Pasir	No. Contoh		Satuan
	I	II	
Tinggi Pasir	130	130	ml
Penambahan Cairan NaOH	200	200	ml
Warna setelah dicampur 1 x 24 jam	Kuning Tua	Kuning Tua	
Kartu warna No.	3		

Sumber : Hasil Pengujian (2024)



Gambar 4. 1 . Pengujian Kandungan Organik

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

### 4.3 Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat

Menurut SNI 03-1968-1990, analisis saringan agregat adalah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir

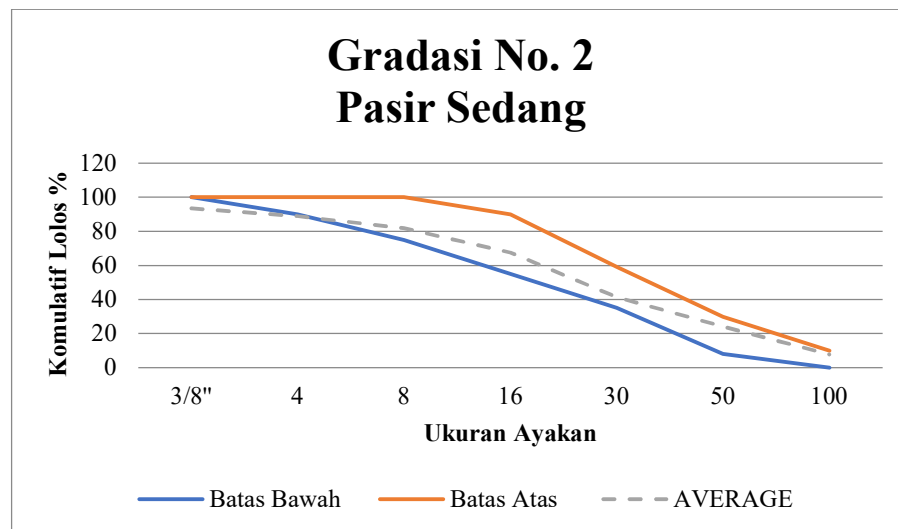
#### 4.3.1 Hasil Analisa Ayakan Agregat Halus

Pengujian Analisa ayakan agregat halus dilakukan dengan 2 sampel, dengan masingmasing sampel menggunakan agregat halus sebesar 2500 gram dengan hasil modulus elastisitas (FM) sebesar 3.95. Hasil pengujian analisa ayakan agregat halus dijelaskan dalam tabel dan grafik berikut :

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Halus

Ayakan		I			Ii			I	Ii	Rata-rata
Astm	Mm	Berat tertahan	% tertahan	% lolos	Berat tertahan	% tertahan	% lolos	Komulatif tertahan		
#4	4,75	134	5.36	94.64	193	7.72	92.28	134	193	93.46
#8	2,36	104	9.52	90.48	124	12.68	87.32	238	317	88.90
#16	1,18	167	16.20	83.80	191	20.32	79.68	405	508	81.74
#30	0,6	350	30.20	69.80	364	34.88	65.12	755	872	67.46
#50	0,3	664	56.76	43.24	638	60.40	39.60	1419	1510	41.42
#100	0,15	446	74.60	25.40	420	77.20	22.80	1865	1930	24.10
#200	0,075	436	92.04	7.96	383	92.52	7.48	2301	2313	7.72
Pan		199	100.00	0.00	187	100.00	0.00	2500	2500	0.00
Jumlah		2500			2500					
Zone		2								
Fine Modulus (FM)		3.95								

Sumber : Hasil Pengujian (2024)



Gambar 4. 2 Gradasi Zona 2 Ayakan Agregat Halus

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

#### 4.3.2 Hasil Analisa Ayakan Agregat Kasar

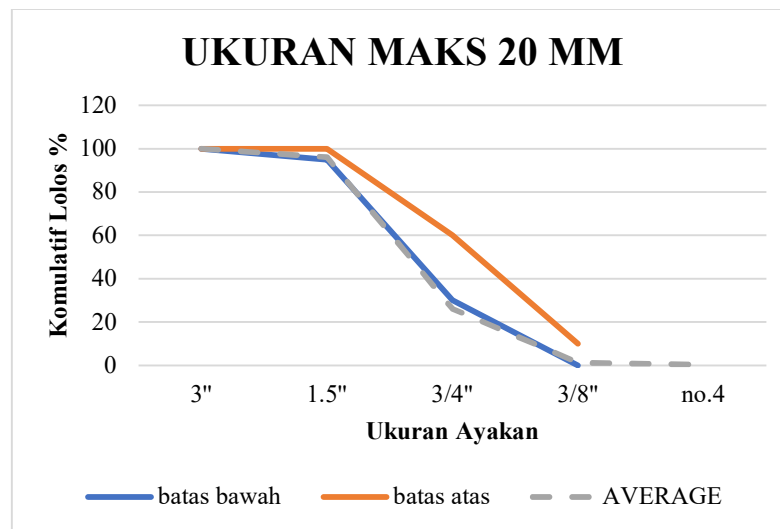
Pengujian Analisa ayakan agregat halus dilakukan dengan 2 sampel, dengan masing-masing sampel menggunakan agregat halus sebesar 2.500 gram dengan hasil

modulus elastisitas (FM) sebesar 2.76. Hasil pengujian analisa ayakan agregat halus dijelaskan dalam tabel dan grafik berikut :

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Kasat

Aayakan		I			Ii			I	Ii	Rata-rata
Astm	Mm	Berat tertahan	% tertahan	% lolos	Berat tertahan	% tertahan	% lolos	Kumulatif tertahan		
3"	76	0	0	100	0	0	100	0	0	100
1.5"	38	0	0	100	192	7.68	92.32	0	192	96.16
3/4"	19	1659	66.36	33.64	1845	81.48	18.52	1659	2037	26.08
3/8"	9,60	798	98.28	1.72	441	99.12	0.88	2457	2478	1.30
no.4	4.8	32	99.56	0.44	16	99.76	0.24	2489	2494	0.34
Pan		11	100	0	6	100	0	2500	2500	0
Jumlah		2500			2500					
Zone		2								
Fine Modulus (FM)		2.76								

Sumber : Hasil Pengujian (2024)



Gambar 4. 3 Grafik Ukuran 20 mm Ayakan Agregate Kasar

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

#### 4.4 Hasil Pengujian Kadar Air

Menurut SNI 03-1971-1990, kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung dengan kondisi agregat dalam keadaan kering, dinyatakan dalam persen. Hasil pengujian kadar air agregat halus murni sebesar 1.89% dan 2.04% untuk agregat halus pada kondisi SSD. Sedangkan kadar air agregat kasar murni adalah 1.77%, dan kadar air agregat kasar dalam keadaan SSD adalah 2.00%. Hasil pengujian kadar air untuk agregat halus dan agregat kasar ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus Asli

ASLI			
Nomor Cawan	6	45	14
Berat Cawan	15.84	14.41	13.93
Berat Cawan + Sample Basah	66.15	81.57	73.45
Berat Cawan + Sample Kering	65.01	80.79	72.19
Berat Sample Basah	50.31	67.16	59.52
Berat Sample Kering	49.17	66.38	58.26
Kadar Air	2.32	1.18	2.16
Rata-rata	1.89		

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

Tabel 4. 7 3 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus SSD

SSD			
Nomor Cawan	66	41	77
Berat Cawan	14.92	14.46	14.66
Berat Cawan + Sample Basah	55.42	58.33	54.81
Berat Cawan + Sample Kering	54.7	58.03	53.4
Berat Sample Basah	40.5	43.87	40.15
Berat Sample Kering	39.78	43.57	38.74
Kadar Air	1.81	0.69	3.64
Rata-rata	2.04		

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar Asli

ASLI			
Nomor Cawan	31	17	68
Berat Cawan	14.42	14.42	14.18

Berat Cawan + Sample Basah	56.35	58.2	58.37
Berat Cawan + Sample Kering	55.63	57.24	57.79
Berat Sample Basah	41.93	43.78	44.19
Berat Sample Kering	41.21	42.82	43.61
Kadar Air	1.75	2.24	1.33
Rata-rata	1.77		

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar SSD

SSD			
Nomor Cawan	66	4	77
Berat Cawan	14.40	14.22	14.45
Berat Cawan + Sample Basah	40.10	69.25	62.07
Berat Cawan + Sample Kering	39.09	68.51	61.80
Berat Sample Basah	25.7	55.03	47.62
Berat Sample Kering	24.69	54.29	47.35
Kadar Air	4.09	1.36	0.57
Rata-rata	2.008		

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

#### 4.5 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat

Menurut SNI 1970-2008, berat jenis adalah perbandingan antara berat dari satuan volume dari suatu material terhadap berat air dengan volume yang sama pada temperatur yang ditentukan. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, agregat halus memiliki berat jenis (bulk) sebesar 2.57 dan 0.40 % untuk nilai penyerapan (absorption). Hasil pengujian agregat kasar yang dipakai memiliki berat jenis (bulk) sebesar 2.45 dan memiliki nilai penyerapan (absorption) sebesar 2.00 %. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus dan agregat kasar ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Pengujian Penyerapan Air Agregat Halus	A	B	C	Satuan
Berat benda uji kering - oven, Bk	500.00	500.00	500.00	Gram
Berat benda uji kering permukaan jenuh Bj	496.00	500.00	498.00	Gram
Berat benda didalam air Ba	695.00	669.46	672.23	Gram
Kadar air	0.40			%
<b>Perhitungan Pengujian Penyerapan Air Agregat Halus</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Rata-rata</b>

Berat Jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{(B_j - B_a)}$	2.30	2.72	2.71	2.57
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{B_j}{(B_j - B_a)}$	2.31	2.72	2.72	2.58
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{B_k}{(B_k - B_a)}$	2.34	2.72	2.74	2.60
Penyerapan	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	0.81	0.00	0.40	0.40

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pengujian Penyerapan Air Agregat Kasar		A	B	C	Satuan
Berat benda uji kering - oven,	B <sub>k</sub>	2000	2000	2000	Gram
Berat benda uji kering permukaan jenuh	B <sub>j</sub>	2044	2055	2021	Gram
Berat benda didalam air	B <sub>a</sub>	1222	1234	1212	Gram
Kadar air		2.00			%
Perhitungan Pengujian Penyerapan Air Agregat Kasar		A	B	C	Rata-rata
Berat Jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{(B_j - B_a)}$	2.43	2.44	2.47	2.45
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{B_j}{(B_j - B_a)}$	2.49	2.50	2.50	2.50
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{B_k}{(B_k - B_a)}$	2.57	2.61	2.54	2.57
Penyerapan	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2.2	2.75	1.05	2.00

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

#### 4.6 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat

Berat isi berhubungan dengan kepadatan porositasi, kondisi berat isi sangat mempengaruhi infiltrasi, dan konsistensi. Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI No: 1737- 1989-F). Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersamaan dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan

##### 4.6.1 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Setelah dilakukan pengujian, hasil berat isi gembur agregat halus sebesar 1.65 gr/dm<sup>3</sup> sedangkan berat isi padat pada agregat halus sebesar 1.76 gr/dm<sup>3</sup> . Hasil pengujian berat isi agregat halus ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus Lepas/Gembur

<b>LEPAS / GEMBUR</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
A. Berat tempat + benda uji ( g )	5960	6144
B. Berat tempat ( g )	970	970
C. Berat benda uji ( g )	4990	5174
D. Isi tempat ( dm <sup>3</sup> )	3080	3080
E. Berat isi benda uji ( g/dm <sup>3</sup> )	1.62	1.68
F. Berat isi benda uji rata - rata ( g/dm <sup>3</sup> )	1.65	

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus Padat

<b>PADAT</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
A. Berat tempat + benda uji ( g )	6617	6144
B. Berat tempat ( g )	970	970
C. Berat benda uji ( g )	5647	5174
D. Isi tempat ( dm <sup>3</sup> )	3080	3080
E. Berat isi benda uji ( g/dm <sup>3</sup> )	1.83	1.68
F. Berat isi benda uji rata - rata ( g/dm <sup>3</sup> )	1.76	

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

#### 4.6.2 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Setelah dilakukan pengujian, hasil berat isi gembur agregat halus sebesar 1.20 gr/dm<sup>3</sup> sedangkan berat isi padat pada agregat halus sebesar 1.38 gr/dm<sup>3</sup> . Hasil pengujian berat isi agregat halus ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar Lepas/Gembur

<b>LEPAS / GEMBUR</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
A. Berat tempat + benda uji ( g )	4653	4659
B. Berat tempat ( g )	970	970
C. Berat benda uji ( g )	3683	3689
D. Isi tempat ( dm <sup>3</sup> )	3080	3080
E. Berat isi benda uji ( g/dm <sup>3</sup> )	1.20	1.20
F. Berat isi benda uji rata - rata ( g/dm <sup>3</sup> )	1.20	

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar Padat

<b>PADAT</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
A. Berat tempat + benda uji ( g )	5172	5261
B. Berat tempat ( g )	970	970
C. Berat benda uji ( g )	4202	4291
D. Isi tempat ( dm <sup>3</sup> )	3080	3080
E. Berat isi benda uji ( kg/dm <sup>3</sup> )	1.36	1.39
F. Berat isi benda uji rata - rata ( kg/dm <sup>3</sup> )	1.38	

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

#### 4.7 Hasil Perhitungan Mix Design

Perencanaan beton (Mix Design) di hitung berdasarkan hasil pengujian dari agregat yang akan digunakan. Untuk rencana campuran beton di hitung menggunakan acuan SNI 03- 2834-2000. Hasil perhitungan Mix Design dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut :

Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Mix Design Beton

No.		Tabel/Grafik	Perhitungan	Nilai
1.	Kuat tekan yang disyaratkan $f_c' 20$	:	Ditetapkan	: 20.0 Mpa, Umur 28 hari memenuhi syarat
2.	Deviasi standar	:	Diketahui	: 7.0 Mpa, atau tanpa data
3.	Nilai tambah (margin) $K = 1,67$	:		: 1.67 x 7.0 = 11.7 Mpa
4.	Kuat Tekan rata-rata yang ditargetkan	:	1 + 3	: 20.0 + 11.7 = 31.7 Mpa
5.	Jenis Semen	:	Ditetapkan	: Semen Gresik ( Semen Portland Tipe 1 )
6.	Jenis Agregat : Kasar : Halus	:		: Batu Pecah ex. Bojonegoro : Pasir ex. Lumajang
7.	Faktor air semen bebas	:	Tabel 2 atau Grafik 1 - 2	: 0.60 : 0.51
8.	Faktor air semen maksimum	:	Ditetapkan	: 0.51
9.	Slump	:	Ditetapkan	: 75-150 mm PBI Slump
10.	Ukuran agregat maksimum	:	Ditetapkan	: 20.00 mm
11.	Kadar air bebas	:	Tabel 3	: 205 $kg/m^3$
12.	Kadar semen	:	11 : 15	: 205 : 0.51 = 401.96 $kg/m^3$
13.	Kadar semen maksimum	:	Ditetapkan	: 401.96 $kg/m^3$
14.	Kadar semen minimum	:	Ditetapkan	: 325 $kg/m^3$
15.	Faktor air semen yang disesuaikan	:		: 0.51
16.	Susunan butir agregat halus	:	Grafik 3 - 6	: Daerah gradasi susunan butir zona 2
17.	Berat jenis agregat halus			: 2.58
	Berat jenis agregat kasar			: 2.50
18.	Persen agregat halus	:	Grafik 13-15	: 41.9 %
	Persen agregat kasar			: 58.1 %
19.	Berat jenis relatif agregat ( jenuh kering permukaan )	:		: 2.53 Diketahui / Dianggap
20.	Berat isi beton	:	Grafik 16	: 2300 $kg/m^3$ <b>2300.00</b>
21.	Kadar agregat gabungan	:	20 - (12 + 11)	: 2300 - 606.96 = 1693.04 $kg/m^3$
22.	Kadar agregat halus	:	18 x 22	: 41.9 x 1693.04 = 709.38 $kg/m^3$
23.	Kadar agregat kasar	:	21 - 22	: 1693.04 - 709.38 = 983.66 $kg/m^3$
24.	Proporsi Campuran			Semen (kg) Air (kg/l) Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)
				Halus Kasar
	Tiap $m^3$			401.96 205 709.38 983.66
	Banyaknya bahan (teoritis)			
	Tiap $m^3$ dengan ketelitian 5 kg			401.96 205 709.38 983.66
	Tiap campuran uji 0.0183 $m^3$			14.71 7.503 25.96 36.00
25				
	Koreksi campuran			Semen (kg) Air (kg/l) Pasir (kg) Batu Pecah (kg)
	Tiap $m^3$			401.96 216.74 697.73 983.58
	Tiap 0.0183 $m^3$			14.70 7.93 25.52 35.98

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Mix Design Beton Lanjutan

Silinder 6 sampel (beton normal)	0.0366	Semen(kg)	Air (kg/lt)	Pasir (kg)	Batu Pecah (kg)
		14.70	7.93	25.52	35.98
Penambahan Limbah Serat Fiber Glass sebesar 0%					
BUV Silinder 6 sampel (2%)	PenambahanLimbah Serat Fiber Glass sebesar 4%				
				0.51	
		14.70	7.93	25.01	35.98
BUV Silinder 6 sampel (4%)	Penambahan Limbah Serat Fiber Glass sebesar 6%				
				1.02	
		14.70	7.93	24.50	35.98
BUV Silinder 6 sampel (6%)	Penambahan Limbah Serat Fiber Glass sebesar 7%				
				1.53	
		14.70	7.93	23.99	35.98
		<b>TOTAL</b>	<b>58.81</b>	<b>31.71</b>	<b>99.03</b>

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4. 18 Nilai Deviasi Standar untuk berbagai Tingkat

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	SD (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
baik	4,2
cukup	5,6
jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

Sumber : SNI 03-2834-2000

Kekuatan di tetapkan berdasarkan SNI. 03 – 2834 – 2000. untuk  $f_c'20$  Mpa nilai deviasi standar (S) adalah 7.

Tabel 4. 19 Perkiraan Kadar Air Bebas

Ukuran maksimum agregat (mm)	Jenis batuan	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

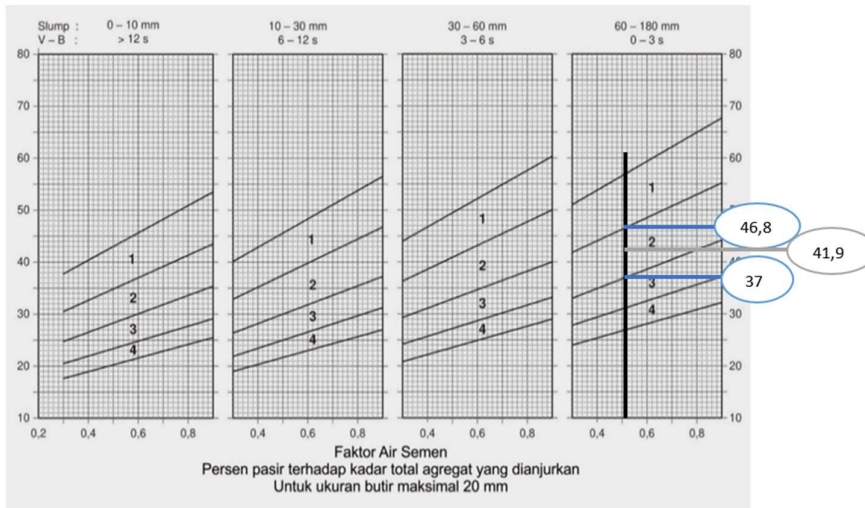
Sumber : SNI 03-2834-2000

Tabel 4. 20 Persyaratan Jumlah Semen Minimum Dan FAS Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus

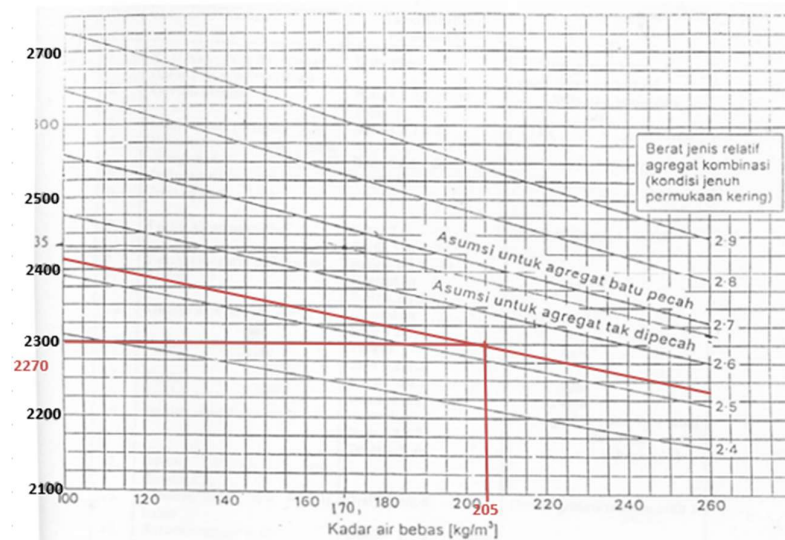
Lokasi / jenis pembetonan	Jumlah semen minimum per $m^3$ beton (kg)	Nilai FAS maksimum
Beton didalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk kedalam tanah :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55

b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat tabel 2.10
Beton yang kontinu berhubungan : air tawar dan air laut		Lihat tabel 2.11

Sumber : SNI 03-2834-2000



Gambar 4. 4 Grafik Perhitungan Faktor Air Semen  
Sumber : SNI 03-2834-2000



Gambar 4. 5 Grafik Perhitungan Perkiraan Berat Isi Beton Basah

Sumber : SNI 03-2834-2000

#### 4.8 Kebutuhan Fiberglass

Pada saat pencampuran adukan beton ditambahkan campuran fiberglass sebagai pengganti sebagian pasir. Untuk membuat sampel benda uji silinder 6 buah variasi penambahan 2% = 0.51 kg, 4% = 1.02 kg, 6% = 1.53 kg

Tabel 4. 21 Persentase Penambahan

Persentase Bahan Tambah		
Cetakan	Persentase Penambahan	Fiberglass
Silinder X6	2%	0.51
	4%	1.02
	6%	1.53
Total		3.06

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Unigoro (2024)

#### 4.9 Hasil Pengujian Slump

Menurut SNI 03-1972-1990, Slump adalah besaran kekentalan dan kohesif dari beton segar. Slump di lakukan untuk mengetahui tingkatan kelecakan pada campuran beton. Hal ini berhubungan dengan kemudahan untuk pengerjaan beton.

Semakin tinggi nilai slump maka semakin cair adukan beton, sebaliknya jika nilai slump semakin rendah maka semakin padat adukan beton. Penelitian ini nilai slump yang digunakan kirasan antara 75 mm – 150 mm sesuai peraturan PUPR 2017 yang digunakan untuk plat, balok, kolom, dan dinding. Hasil pengujian nilai Slump dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. 22 Hasil Nilai Slump Hasil Nilai Slump

Pengujian Slump					
Persentase Campuran		0%	4%	6%	8%
Nilai Slump (cm)	7 hari	9.8	10.2	10.5	10.7
	14 hari	8.6	9.2	9.8	10.2
	28 hari	8	8.5	9	9.5

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Unigoro (2024)

Dari hasil pengujian nilai slump diatas dapat diketahui bahwa semakin banyak persentase penambahan fiberglass maka semakin tinggi nilai slump. Penambahan fiberglass cenderung tidak meresap air sehingga harus memperhatikan setting time untuk menghindari kegagalan saat uji slump.

#### 4.10 Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan saat benda uji beton pada umur 7 hari 14 hari dan 28 hari. Pengujian kuat tekan menggunakan alat Compression Testing Machine untuk mendapatkan beban maksimum pada saat beton hancur ketika menerima beban (P max). Hasil uji kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

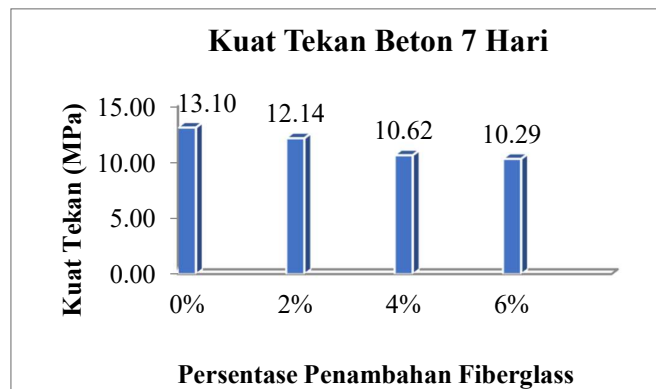
$$\text{Rumus pembebanan (f'c)} = \frac{\text{Pembebanan (P)}}{\text{Luas penampang (A)}}$$

Tabel 4. 23 Hasil Pengujian Kuat tekan Beton Umur 7 Hari

Persentase Campuran	Umur	No. Benda Uji	Berat (Kg)	Kuat Tekan Fc' (Mpa)	Rata - Rata (Mpa)
0%	7 Hari	1	12.12	13.35	13.10

	7 Hari	2	12.15	13.35	
	7 Hari	3	12.19	11.83	
	7 Hari	4	12.17	12.34	
	7 Hari	5	12.14	13.36	
	7 Hari	6	12.11	14.36	
2%	7 Hari	1	12.22	12.74	12.14
	7 Hari	2	12.04	11.86	
	7 Hari	3	12.12	12.54	
	7 Hari	4	12.11	11.66	
	7 Hari	5	12.05	11.34	
	7 Hari	6	12.12	12.72	
4%	7 Hari	1	12.01	11.07	10.62
	7 Hari	2	12.00	11.93	
	7 Hari	3	12.1	10.01	
	7 Hari	4	12.14	10.36	
	7 Hari	5	12.21	9.88	
	7 Hari	6	12.14	10.47	
6%	7 Hari	1	12.02	10.92	10.29
	7 Hari	2	12.17	10.47	
	7 Hari	3	12.01	10.36	
	7 Hari	4	12.19	9.87	
	7 Hari	5	12.23	9.92	
	7 Hari	6	12.02	10.22	

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Unigoro (2024)



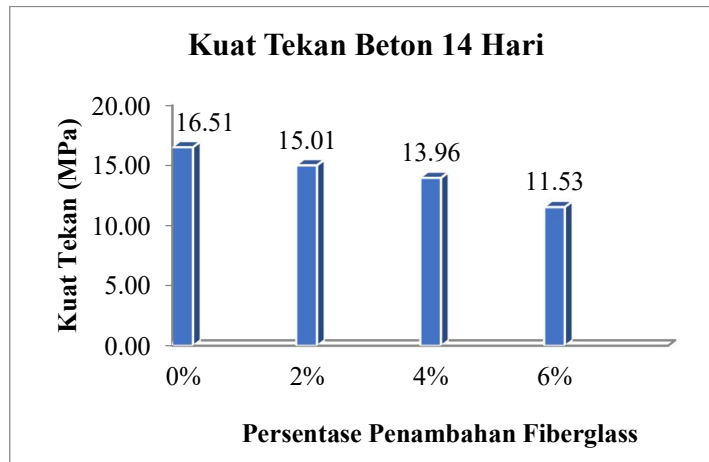
Gambar 4. 6 Hasil Pengujian kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Unigoro (2024)

Tabel 4. 24 Hasil Pengujian Kuat tekan Beton Umur 14 Hari

<b>Persentase Campuran</b>	<b>Umur</b>	<b>No. Benda Uji</b>	<b>Berat (Kg)</b>	<b>Kuat Tekan Fc' (Mpa)</b>	<b>Rata - Rata (Mpa)</b>
0%	14 Hari	1	12.13	17.06	16.51
	14 Hari	2	12.11	15.50	
	14 Hari	3	12.1	15.34	
	14 Hari	4	12.21	16.51	
	14 Hari	5	12.21	17.21	
	14 Hari	6	12.29	17.45	
2%	14 Hari	1	12.02	16.00	15.01
	14 Hari	2	12.04	13.66	
	14 Hari	3	12.06	15.64	
	14 Hari	4	12.13	16.75	
	14 Hari	5	12.15	14.66	
	14 Hari	6	12.21	13.34	
4%	14 Hari	1	12.11	16.45	13.96
	14 Hari	2	12.07	17.66	
	14 Hari	3	12.22	10.72	
	14 Hari	4	12.03	16.87	
	14 Hari	5	12.13	11.74	
	14 Hari	6	12.01	10.34	
6%	14 Hari	1	12.07	14.59	11.53
	14 Hari	2	12.24	14.17	
	14 Hari	3	12.12	9.71	
	14 Hari	4	12.11	10.75	
	14 Hari	5	12.20	10.73	
	14 Hari	6	12.25	9.24	

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Unigoro (2024)



Gambar 4. 7 Hasil Pengujian kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

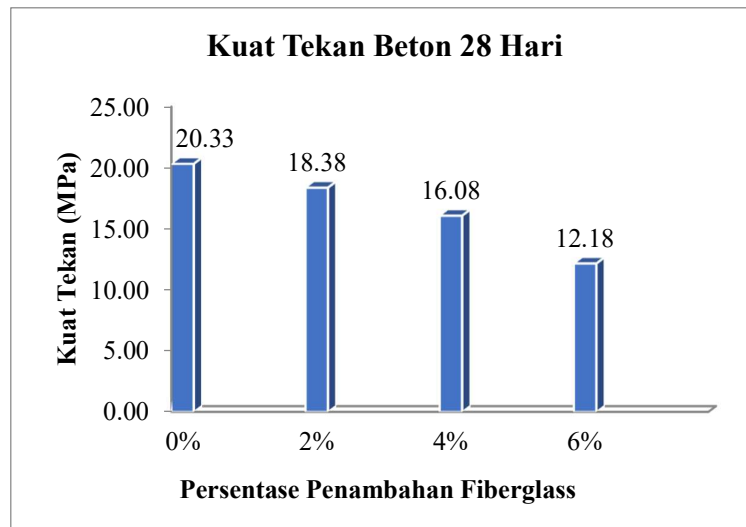
Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Unigoro (2024)

Tabel 4. 25 Hasil Pengujian Kuat tekan Beton Umur 28 Hari

Persentase Campuran	Umur	No. Benda Uji	Berat (Kg)	Kuat Tekan Fc' (Mpa)	Rata - Rata (Mpa)
0%	28 Hari	1	12.31	21.46	20.33
	28 Hari	2	12.21	19.55	
	28 Hari	3	12.22	21.39	
	28 Hari	4	12.24	19.45	
	28 Hari	5	12.05	20.70	
	28 Hari	6	12.11	19.40	
2%	28 Hari	1	11.89	17.57	18.38
	28 Hari	2	11.92	18.50	
	28 Hari	3	11.83	19.64	
	28 Hari	4	11.89	16.72	
	28 Hari	5	12.05	20.40	
	28 Hari	6	11.94	17.42	
4%	28 Hari	1	11.65	17.66	16.08
	28 Hari	2	11.54	16.74	
	28 Hari	3	11.78	14.23	
	28 Hari	4	11.76	15.22	
	28 Hari	5	11.64	16.41	

	28 Hari	6	11.67	16.24	
6%	28 Hari	1	12.06	14.22	12.18
	28 Hari	2	12.17	10.22	
	28 Hari	3	11.95	10.55	
	28 Hari	4	11.98	12.26	
	28 Hari	5	11.74	14.15	
	28 Hari	6	12.02	11.66	

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Unigoro (2024)



Gambar 4. 8 Hasil Pengujian kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Unigoro (2024)

Dari hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari pada tabel 4.23 dan gambar 4.6 dapat dilihat bahwa penambahan Fiberglass tidak bisa meningkatkan mutu beton karena kurangnya daya rekat pada Fiberglass. Pada umur 28 hari variasi 0% (beton normal) memiliki nilai kuat tekan rata – rata 20.33 Mpa, variasi 2% memiliki nilai kuat tekan rata – rata 18.38 Mpa, variasi 4% memiliki nilai kuat tekan rata – rata 16.08, dan variasi 6% memiliki nilai kuat tekan rata – rata 12.18 Mpa. Bisa diketahui bahwa pada setiap variasi mengalami penurunan kuat tekan dibandingkan dengan beton normal, hal ini dikarenakan adanya perbedaan besar butiran yang ada di fiberglass, dimana butiran fiberglass tidak bisa terlalu mengikat seperti butiran pasir. Dari hasil kuat tekan tersebut hanya beton normal yang memenuhi rencana dengan nilai rata-rata 20.33 pada umur 28 hari, Akan tetapi

untuk bahan campuran tidak memenuhi kuat tekan hal ini ada kemungkinan dikarenakan fiberglass tidak terlalu cukup kuat untuk mnegikat partikel yang lain sehingga mengakibatkan setiap penambahan variari mengalami penurunan.

#### **4.11 Analisis Hasil Uji**

Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton dan pembahasan dapat dianalisis dan diambil kesimpulan sebagai berikut:

##### **1. Analisis nilai Slump**

Dari hasil pengujian Slump pada beton umur 7 hari variasi 0% memiliki nilai Slump sebesar 9.8 cm, variasi 2% memiliki nilai 10.2 cm, pada variasi 6% memiliki nilai 10.5 cm, dan variasi 6% memiliki nilai 10.7 cm. Untuk beton umur 14 hari pada variasi 0% memiliki nilai slump 8.6 cm, variasi variasi 2% memiliki nilai 9.2 cm, pada variasi 5% memiliki nilai 9.8 cm, dan variasi 6% memiliki nilai 10.2 cm. Dan untuk beton umur 28 hari pada variasi 0% memiliki nilai slump 8 cm, variasi variasi 2% memiliki nilai 8.5 cm, pada variasi 5% memiliki nilai 9 cm, dan variasi 6% memiliki nilai 9.5cm. Jadi bisa disimpulkan untuk uji slump pada setiap variasi beton umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari memenuhi syarat SNI 03-2834-2000.

##### **2. Hasil analisis variasi terhadap pengurangan semen**

###### **a. Beton variasi 0% (normal)**

Dari hasil perhitungan Mix design pada campuran beton normal untuk 6 sampel benda uji memiliki kuat tekan beton umur 7 hari memiliki nilai kuat tekan rata – rata 13.10 Mpa, kuat tekan beton umur 14 hari memiliki nilai kuat tekan rata – rata 16.51 Mpa, dan di umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan rata – rata 20.33 Mpa.

###### **b. Beton variasi 2%**

Dari hasil perhitungan Mix design pada campuran beton variasi 2% untuk 6 sampel benda uji memiliki kuat tekan beton umur 7 hari memiliki nilai kuat tekan rata – rata 12.14 Mpa, kuat tekan beton umur 14 hari memiliki nilai kuat tekan rata – rata 15.01 Mpa, dan di umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan rata – rata 18.38 Mpa.

c. Beton variasi 4%

Dari hasil perhitungan Mix design pada campuran beton variasi 4% untuk 6 sampel benda uji memiliki kuat tekan beton umur 7 hari memiliki nilai kuat tekan rata – rata 10.62 Mpa, kuat tekan beton umur 14 hari memiliki nilai kuat tekan rata – rata 13.96 Mpa, dan di umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan rata – rata 16.08 Mpa.

d. Beton variasi 6%

Dari hasil perhitungan Mix design pada campuran beton variasi untuk 6 sampel benda uji memiliki kuat tekan beton umur 7 hari memiliki nilai kuat tekan rata – rata 10.29 Mpa, kuat tekan beton umur 14 hari memiliki nilai kuat tekan rata – rata 11.53 Mpa, dan di umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan rata – rata 12.18 Mpa.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis hasil uji kuat tekan beton dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan fiberglass dalam campuran beton pada variasi tertentu tidak dapat meningkatkan kuat tekan beton Hybrid pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.
2. Nilai optimum uji kuat tekan beton umur 7 hari berada pada variasi 2% penambahan fiberglass yaitu sebesar 12.14 MPa karena tidak terlalu mengalami penurunan secara signifikan. Nilai optimum uji kuat tekan beton umur 14 hari juga berada pada variasi 2% sebesar 15.01 MPa, dan untuk Nilai optimum uji kuat tekan beton umur 28 hari juga berada pada variasi 2% sebesar 18.38 MPa.

#### **5.2 Saran**

Setelah melihat hasil penelitian dan dirasa masih ada kekurangan dalam penelitian ini, maka saran – saran yang dapat diberikan yaitu sebagai berikut:

1. Sebelum melakukan penelitian lebih baik mempelajari SOP kerja dan penggunaan alat yang akan digunakan dalam pengujian, supaya bisa mengurangi kegagalan dalam pembuatan campuran beton.
2. Lebih teliti dalam pengujian properties, perhitungan campuran beton (mix design). Hal ini sangat berpengaruh terhadap hasil kuat tekan beton.
3. Penelitian menggunakan fiberglass perlu adanya penambahan zat kimia berupa resin epoxy untuk memperkuat jaringan antar partikel di dalam beton.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, R. (2012). Pengaruh Penggunaan Limbah Pasir Onyx sebagai Substitusi Pasir terhadap Kuat Tekan dan Penyerapan Air pada Paving Block. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 45-55.
- Tumingan, C. A., et al. (2016). Pemanfaatan Pond Ash sebagai Pengganti Pasir dalam Campuran Beton. *Jurnal Rekayasa Material*, 14(1), 32-41.
- BSN 03-4142-1996. (1996). Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 Mm). Standardisasi Nasional Indonesia Nasional Indonesia, 200(200), 1-6.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2004). Semen Portland. Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 1-128.
- Bunyamin, S., et al. (2021). Studi Eksperimental Substitusi Cangkang Tiram sebagai Pengganti Sebagian Semen dan Pasir dalam Campuran Beton. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 18(3), 112-123.
- Simatupang, D., et al. (2017). Penggunaan Tanah Putih sebagai Alternatif Agregat Halus dalam Campuran Beton. *Jurnal Infrastruktur dan Material*, 9(2), 55-64.
- Diana, R., et al. (2020). Pengaruh Abu Daun Bambu terhadap Kinerja Beton sebagai Material Substitusi Semen. *Jurnal Inovasi Teknologi*, 15(1), 78-89.
- Sudjati, T., et al. (2014). Analisis Penggunaan Serbuk Kaca sebagai Substitusi Agregat Halus terhadap Sifat Mekanik Beton. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 12(4), 145-156.
- Fakhri, A. (2019). Pemanfaatan Serbuk Kaca sebagai Substitusi Sebagian Pasir dalam Campuran Beton dan Bondcrete. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 20(2), 98-107.
- Wijaya Kusuma, R., et al. (2020). Evaluasi Pemanfaatan Limbah Kaca sebagai Pengganti Pasir dan Fly Ash dalam Campuran Beton. *Jurnal Teknologi Konstruksi*, 17(1), 34-48.

# DOKUMENTASI PUBLIKASI

Workflow Publication

Submission Review Copyediting Production

**Submission Files** [Search](#)

▶	26716	UPLOAD JURNAL.pdf	February 28, 2025	Article Text
---	-------	-------------------	-------------------	--------------

[Download All Files](#)

**Pre-Review Discussions** [Add discussion](#)

Name	From	Last Reply	Replies	Closed
▶ <a href="#">Comments for the Editor</a>	yuliswidhiastuti9	-	0	<input type="checkbox"/>
	2025-02-28 03:19 AM			

**Submissions**

My Queue 1 Archives [Help](#)

**My Assigned** [Search](#) [Filters](#) [New Submission](#)

9924	<b>YULIS WIDHIASTUTI, ST.MT. et al.</b>	1	<a href="#">Submission</a>	<a href="#">View</a>
	COMPARISON OF CONCRETE PERFORMANCE WITH FIBERGLASS SUBSTITUTION AS A SAND ...			