

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BAMBU TERHADAP  
KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON**

**TUGAS AKHIR**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Fajar**

**Oleh:**

**CHRISTIAN PALALLANG**

**1820121101**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS FAJAR**

**2023**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BAMBU TERHADAP  
KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON

Oleh

CHRISTIAN PALALLANG

NIM:1820121101

Menyetujui,

Tim Pembimbing

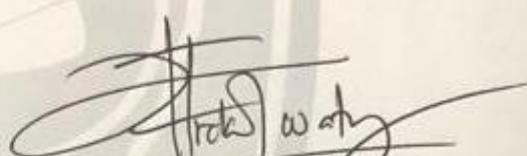
Tanggal, 19 Mei 2023

Pembimbing I

Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Erniati, ST., MT  
NIDN:0906107701



Dr. Erdawaty, ST., MT  
NIDN: 0921047802

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Fajar



Prof. Dr. Ir. Erniati, ST., MT  
NIDN:0906107701

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Fajar



Fatmawaty Rachim, ST., MT  
NIDN:0919117903

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir:

**“Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton”** adalah karya orisinil saya dan setiap maupun seluruh sumber yang dijadikan sebagai acuan telah ditulis dengan panduan penulisan ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Makassar, 15 Mei 2023

Yang Menyatakan,



CHRISTIAN PALALLANG

## ABSTRAK

**Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton, Christian Palallang.** Beton sebagai bahan struktur merupakan alternatif yang akhir-akhir ini sangat banyak digunakan karena sifatnya yang kuat dan kokoh. Beton memiliki kekurangan, salah satunya adalah lemah dalam menahan gaya tarik dan daktilitas, sehingga sebagai pengganti untuk menahan gaya tarik digunakan tulangan pada beton. Beton serat merupakan material komposit yang terdiri dari agregat, semen, pasir, air, dan bahan tambah serat. Serat pada beton ini berfungsi untuk mencegah keretakan sehingga menjadi beton yang lebih daktil dari beton normal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi serat bambu terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton mutu normal. Serat yang digunakan adalah serat bambu, karena serat bambu cepat tumbuh, mudah didapat, ringan dan mudah dibentuk. Dengan membandingkan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan, maka dilakukan penambahan serat bambu sebanyak 2% dengan variasi panjang serat bambu 2 cm, 4 cm, 6 cm dan 8 cm terhadap berat volume dalam campuran beton. Dimana analisis perhitungan (mix design) menggunakan metode SNI-03-2834-2000 dengan umur rencana 28 hari. Mix design dilakukan agar dapat mengetahui proporsi campuran yang dilakukan dengan kekuatan mutu beton yang direncanakan. Dari hasil penelitian, pengaruh penambahan serat bambu pada campuran beton mutu normal, untuk kuat tekan, semakin panjang serat bambu yang digunakan maka nilai kuat tekan beton semakin menurun, hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian dengan variasi 2 cm dan 4 cm dibandingkan dengan beton mutu normal dengan prosentase kenaikan yaitu 1,156 %, dan 0,024 %. Sedangkan variasi 6 cm, dan 8 cm, mengalami penurunan sebesar -3,372%, -4,884. Pada pengujian ini, variasi dengan kenaikan terbesar adalah 2 cm dengan nilai kenaikan sebesar 1,156%. Untuk kuat tarik belah beton, semakin panjang serat bambu yang digunakan, maka nilai kuat tarik belah semakin meningkat. pada pengujian ini variasi dengan nilai terbesar adalah 8 cm dengan nilai 2,972 Mpa.

**Kata kunci:** Beton serat, Serat bambu, Kuat tekan, Kuat tarik belah

## ABSTRACT

**Effect of Bamboo Fiber Addition on the Compressive Strength and Tensile Strength of Concrete, Christian Palallang.** Concrete as a structural material is an alternative that has recently been very widely used because of its strong and sturdy nature. Concrete has its drawbacks, one of which is that it is weak in resisting tensile forces and ductility, so as a substitute for resisting tensile forces, reinforcement is used in the concrete. Fiber concrete is a composite material consisting of aggregate, cement, sand, water, and fiber additives. The fiber in this concrete serves to prevent cracking so that it becomes more ductile concrete than normal concrete. The purpose of this study was to determine the effect of adding bamboo fiber variations on the compressive strength and split tensile strength of normal quality concrete. The fiber used is bamboo fiber, because it grows fast, is easy to get, is lightweight and easy to shape. By comparing previous research with the research to be carried out, the addition of 2% bamboo fiber with varying lengths of bamboo fiber 2 cm, 4 cm, 6 cm and 8 cm by volume weight in the concrete mixture. Where the calculation analysis (mix design) uses the SNI-03-2834-2000 method with a 28-day age plan strength. Mix design is done in order to know the proportion of the mixture carried out with the strength of the planned concrete quality. From the results of the study, the effect of adding bamboo fiber to normal quality concrete mixtures, for compressive strength, the longer the bamboo fiber used, the value of concrete compressive strength decreases, it can be seen from the results of research with variations of 2 cm and 4 cm compared to normal quality concrete with a percentage increase, which is 1.156%, and 0.024%. While the variations of 6 cm, and 8 cm, decreased by -3.372%, -4.884. In this test, the variation with the largest increase is 2 cm with an increase value of 1.156%. For concrete split tensile strength, the longer the bamboo fiber used, the more the tensile strength value increases. in this test the variation with the largest value is 8 cm with a value of 2.972 Mpa.

**Keywords:** Fiber concrete, Bamboo fiber, Compressive strength, Split tensile strength

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus oleh karena kemurahan-Nya sehingga proposal penelitian ini dapat terselesaikan yang berjudul **“Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton”**. Dengan sebatas pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki.

Tak lupa pada lembaran ini penulis hendak menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada diri sendiri yang senantiasa kuat, konsisten dalam perjuangan serta usaha kecil dalam memahami tanggung jawab, penulis terikat janji untuk menuntaskan segala sesuatu yang telah dimulainya meski dengan segala keterbatasan yang tak jarang ditemui dalam perjalanannya

Penulis menyadari bahwa selesainya proposal penelitian ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, doa, dan bantuan dari semua pihak. Sejak dari penyusunan hingga selesainya proposal penelitian ini adalah berkat keterlibatan berbagai pihak. Olehnya pada kesempatan penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang mendukung dalam penyusunan proposal ini, saya ucapkan kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan kesehatan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan proposal ini dengan tepat waktu
2. Segenap keluarga, terkhusus Kedua orang tua terkasih Yohanes Banne Ringgi dan Marleni logen yang senantiasa memberikan bantuan, motivasi, dan doa yang tulus serta material sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu
3. Prof.Dr.Ir.Erniati,ST.,MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar, dan sekaligus menjadi pembimbing utama yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya untuk memberikan arahan, bimbingan, saran, dan kritik dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Fatmawaty Rachim, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar.

5. Dr.Erdawaty,ST.,MT, selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan arahan, bimbingan, saran, dan kritik dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Teristimewa teman sekaligus saudara saya Aldi, Tomi, Abo, Bompes, yang selalu siap memberikan bantuan kepada penulis saat melakukan penelitian di Laboratorium Struktur dan Bahan.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Fajar Makassar.
8. Saudara “*WANTED I8*” Angkatan 2018 .
9. Serta semua pihak dengan segala kerendahan hati membantu dalam penyelesaian proposal ini.

Penulis tidak lupa meminta maaf kepada semua pihak yang terlibat dalam pengerjaan proposal ini, jika ada kesalahan baik dalam ucapan maupun perilaku penulis yang tidak menyenangkan dalam proses pengerjaan proposal ini. Penulis berharap proposal ini dapat efektif, walaupun penulis memahami bahwa proposal ini masih banyak kekurangan. Penulis mengharapkan koreksi dari penulis atas kesalahan dan saran untuk perbaikan.

Penulis berharap semoga apa yang penulis paparkan dalam laporan ini dapat memberikan sesuatu yang bermanfaat bagi banyak orang.

Makassar, 2023

Christian Palallang

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>I.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>I.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>I.3 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>3</b>
<b>I.4 Batasan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
<b>II.1 Beton</b> .....	<b>5</b>
<b>II.2 Material Penyusun Beton</b> .....	<b>7</b>
<b>II.2.1 Agregat</b> .....	<b>7</b>
<b>II.2.2 Semen</b> .....	<b>9</b>
<b>II.2.3 Air</b> .....	<b>10</b>
<b>II.3 Beton Serat</b> .....	<b>10</b>
<b>II.4 Serat Bambu</b> .....	<b>10</b>

II.5 Kuat Tekan Beton .....	12
II.6 Kuat Tarik Belah.....	13
II.7 Hubungan Kuat tekan dan Kuat Tarik Belah Beton.....	14
II.8 Peneletian Terdahulu .....	15
<b>BAB III METOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
III.2 Alat dan Bahan .....	18
III.2.1 Alat.....	18
III.2.2 Bahan .....	19
III.3 Kebutuhan Benda Uji.....	20
III.4 Bagan Alur .....	22
III.5 Mix Design.....	22
III.6 Pembuatan Benda Uji.....	23
III.7 Pengujian Beton .....	23
III.7.1 Pengujian Kuat Tekan Beton .....	23
III.7.2 Pengujian Kuat Tarik Beton .....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
IV.1 Karakteristik Material Penyusun Beton.....	25
IV.1.1 Pengujian Agregat Halus .....	25
IV.1.2 Pengujian Agregat Kasar .....	27
IV.2 Rancangan Campuran Beton ( <i>mix design concrete</i> ) .....	29
IV.3 Pengujian Slump Test.....	30
IV.4 Pengujian Kuat Tekan.....	31
IV.5 Pengujian Kuat Tarik Belah .....	33
IV. 6 Hubungan Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton.....	35

<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>37</b>
<b>V.1 Kesimpulan .....</b>	<b>37</b>
<b>V.2Saran.....</b>	<b>37</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>40</b>

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar II.1 Uji Kuat Tekan .....	13
Gambar II.2 Uji Tarik Belah .....	14
Gambar III.1 Diagram Alur Penelitian.....	22
Gambar IV.1 Grafik Zona Pasir .....	26
Gambar IV.2 Grafik Saringan Agregat Kasar.....	28
Gambar IV.3 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	33
Gambar IV.4 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton .....	34

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Batasan Gradasi Untuk Agregat Halus.....	8
Tabel II.2 batas batas gradasi agregat kasar untuk maksimal nominal 19 mm (SNI 1970-2008) .....	9
Tabel III.1 Spesifikasi karakteristik agregat kasar .....	20
Tabel III.2 Spesifikasi karakteristik agregat halus .....	20
Tabel III.3 Jumlah Benda Uji Penelitian.....	21
Tabel IV.1 Pengujian Karakteristik Agregat Halus .....	25
Tabel IV.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus .....	26
Tabel IV.3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Agregat kasar.....	27
Tabel IV.4 Saringan Agregat Kasar .....	28
Tabel IV.5 Rancangan Campuran Beton Untuk 1m <sup>3</sup> .....	29
Tabel IV.6 Rancangan Campuran Beton Untuk 1 Silinder Ukuran 15 cm x 30 cm .....	29
Tabel IV.7 Komposisi Serat Dari Beton Untuk 1 Silinder.....	30
Tabel IV.8 Hasil Nilai Slump Test.....	30
Tabel IV.9 Hasil Perhitungan Kuat Tekan Beton .....	32
Tabel IV.10 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	34
Tabel IV.11 Persentase Hubungan Antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah ....	35

## DAFTAR NOTASI

$A$	= Luas penampang melintang benda uji ( $\text{mm}^2$ )
$a$	= Jarak rata-rata antar penampang lintang patah dan tumpuan luar diukur pada tempat pada sudut dari bentang (cm)
$b$	= Lebar penampang lintang patah arah vertikal (cm)
$D$	= Diameter benda uji (mm)
$f'c$	= Kuat tekan beton (MPa)
$ft$	= Kuat tarik belah benda uji (MPa)
$h$	= Lebar penampang lintang patah arah vertical (cm)
$L$	= Jarak bentang antara dua garis perletakan (cm)
$L$	= Panjang benda uji (mm)
$l$	= Lebar
$n$	= Jumlah sampel
$P$	= Beban tekan maksimum yan dapat ditahan (N)
$P$	= Gaya tekan aksial (N)
$S$	= Standar deviasi
$t$	= Tinggi sampel
$V$	= Volume
$\pi$	= Nilai konstanta.

## **DAFTAR LAMPIRAN**

# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

Beton sebagai material struktur merupakan alternatif yang belakangan ini sangat banyak digunakan karena sifatnya yang kuat dan kokoh. Beton memiliki kekurangan, salah satunya adalah lemah menahan gaya tarik dan daktilitas, maka sebagai pengganti penahan gaya tarik digunakan tulangan dalam beton tersebut (tjokrodimuljo, 1992). Usaha dalam peningkatan mutu beton juga dilakukan dengan cara mencampurkan bahan-bahan dalam campuran. Diantaranya adalah penambahan serat yang diharapkan dapat meningkatkan kuat tarik dan daktilitas material beton (Hadipratomo, 1991). Seiring dengan perkembangan jaman, berbagai inovasi telah dilakukan untuk memperbaiki performa beton seperti beton bertulang (*reinforced concrete*), beton pratekan (*prestressed concrete*), dan beton serat (*fiber concrete*).

Bambu merupakan tanaman yang termasuk suku *poace* (Rumput rumputan). Bambu termasuk hasil hutan non kayu *famili gramineae* yang banyak ditemukan di daerah tropis dan sub tropis di Asia. Indonesia diperkirakan memiliki 157 spesies bambu yang merupakan lebih dari 10% spesies bambu di dunia. Bambu adalah salah satu sumber daya alam yang banyak dimanfaatkan dan memegang peranan yang sangat penting dalam masyarakat. Bambu juga dikenal memiliki sifat-sifat yang baik untuk dimanfaatkan karena batangnya kuat, ulet, lurus, rata, keras, mudah dibelah, mudah dibentuk, dan mudah dikerjakan serta ringan. Bambu juga relatif murah dibandingkan bahan bangunan yang lain karena banyak ditemukan di sekitar pemukiman pedesaan. Selain itu kelebihan bambu untuk membangun rumah tahan dari bencana gempa karena mempunyai struktur yang elastis dan juga bisa dibentuk dengan berbagai motif anyaman atau pola sesuai keindahan arsitektur yang akan di buat (Kasiati dan Budi, 2010).

Beton serat adalah bahan komposit yang terdiri dari agregat, semen, pasir, air, dan bahan tambah serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadi beton lebih daktil dari pada beton normal (Mulyono, 2004).

Serat (*fiber*) dapat ditambahkan dengan serat alami atau serat sintetis. Serat alami yang sering digunakan adalah serat yang berasal dari tumbuhan atau tanaman seperti serat tandan kelapa sawit, serat ijuk, dan serat bambu. Namun yang digunakan pada penelitian ini menggunakan serat bambu terhadap campuran.

Penelitian tentang penggunaan serat telah digunakan pada beton. Dimana dengan menggunakan ukuran serat bambu yang diterapkan sebagai campuran dengan panjang 2 cm memiliki variasi 3%, 4%, dan 5%, dengan nilai tekan rata-rata 27,42115 MPa, 27,70332 MPa, dan 28,08402 Mpa. Menambahkan banyaknya serat bambu dalam beton sebagai campuran mampu meningkatkan daya tahan dan kelenturan campuran atau beton. Dapat dilihat kuat tekan beton mengalami perubahan peningkatan akibat pengaruh panjang serat kulit bambu (Ros Anita Sidabudar, 2020).

Penelitian yang juga dilakukan sebelumnya, dengan judul “Pengaruh Penambahan Serat Kulit Bambu Terhadap Sifat Mekanik Beton”. Dari hasil pengujian menunjukkan Kuat tekan beton naik ketika ditambahkan serat kulit bambu. Beton tanpa serat nilai kuat tekan beton sebesar 26,97 MPa. Sedangkan beton serat dengan serat 0,2 %, 0,4 %, 0,6 %, 0,8 %, dan 1 % nilai kuat tekan beton berturut-turut sebesar 21,50 MPa, 21,79 MPa, 27,07 MPa, 28,67 MPa, dan 28,86 MPa. Pada beton serat dengan serat 0,6 % adalah kenaikan terbesar yaitu 6,99 % dari beton tanpa serat (Edwar Hidayat, 2010).

Pada penelitian ini, serat bambu digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran beton. Dimana bambu merupakan hasil dari alam yang sampai saat ini ketersediannya berlimpah di seluruh wilayah Indonesia tetapi belum banyak dimanfaatkan secara optimal. Karena bambu mudah tumbuh dan umur tumbuh relatif cepat.

Keunggulan bambu sebagai bahan konstruksi adalah memiliki kekuatan tarik yang cukup tinggi, ringan, serta cepat dan mudah dalam pengerjaannya. Dengan penggunaan material bambu pada penelitian ini sebagai tambahan serat pada campuran beton, diharapkan mampu meningkatkan kuat tekan dan mutu pada beton. Maka berdasarkan ulasan di atas, melatar belakangi peneliti untuk

melakukan penelitian yang berjudul “**Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton**”.

### **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan variasi panjang serat bambu terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton mutu normal ?
2. Bagaimana pengaruh variasi optimum pada penambahan serat bambu terhadap campuran beton normal?

### **I.3 Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi serat bambu terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton mutu normal.
2. Untuk mengetahui hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik belah beton terhadap penambahan serat bambu.

### **I.4 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini tidak terlalu luas dan lebih terarah maka diberikan batasan masalah, antara lain:

1. Metode yang digunakan dalam *Mix Design* adalah *Mix Design* Metode SNI-03–2834-2000 dengan kuat rencana umur 28 hari.
2. Mutu beton yang di rencanakan adalah 25 MPa.
3. Penambahan 2 % serat bambu dengan variasi panjang serat bambu 2 cm, 4 cm, 6 cm dan 8 cm dari berat volume dalam campuran beton.
4. Serat bambu yang digunakan berasal dari kecamatan Rantepao, kabupaten Toraja Utara, Sulawesi Selatan.
5. Bambu yang digunakan adalah bambu petung, dalam bentuk basah
6. Bahan campuran yang digunakan:
  - a). Semen yang digunakan yaitu semen Portland
  - b). Agregat kasar yang digunakan adalah batu batu pecah
  - c). Agregat halus yang digunakan adalah pasir lokal
  - d). Penambahan 2% serat bambu dengan variasi panjang 2 cm, 4cm, 6 cm, dan 8 cm

7. Yang diteliti adalah uji tekan dan kuat tarik belah untuk tiap variasi dari serat. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.
8. Ayakan dengan ukuran diameter saringan  $1^{1/2}$ ,  $3/4$ ,  $3/8$ , 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200, pan.
9. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan dimensi 150 mm x 300 mm.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **II.1 Beton**

Beton terdiri dari berbagai komponen, termasuk agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), semen, dan air. Perbandingan bahan mulai dari ukuran partikel terkecil hingga terbesar. Jadi, jika semen 1:2:3, kombinasinya adalah 1 bagian semen, 2 bagian pasir, dan 3 bagian kerikil.

Beton didefinisikan sebagai air yang digabungkan dengan semen portland atau semen hidrolik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan campurannya dalam SNI-2847 (2013) Pasal 2.2. Beton biasa dibuat tanpa menghancurkan atau merusak agregat alam dan memiliki berat satuan 2.200 kg/m<sup>3</sup> sampai 2.500 kg/m<sup>3</sup>.

Beton terdiri dari 15% semen, 8% air, 3% udara, dan sisanya adalah pasir dan kerikil. Tergantung pada bagaimana diproduksi, kombinasi ini akan memiliki kualitas yang bervariasi setelah pengerasan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas beton, antara lain rasio campuran, proses pencampuran, metode pengangkutan, metode pencetakan, metode pemadatan, dan sebagainya. (2001, Wuryati).

P. Nugraha (2007), Ditemukan bahwa setiap butir agregat seluruhnya tertutup mortar dalam beton yang sangat baik. Serupa dengan ini, mortar harus dituangkan ke dalam celah antara agregat. Oleh karena itu, kualitas beton dipengaruhi oleh kualitas mortar yang digunakan dalam campuran beton. Meskipun hanya membuat 7-15% dari campuran beton, semen adalah bahan penting. Beton ramping mengacu pada beton yang mengandung hingga 7% campuran semen, dan beton kaya mengacu pada beton yang mengandung lebih dari proporsi itu.

Menurut Mulyono (2006), beton diklasifikasikan menjadi dua jenis:

1. Beton diklasifikasikan menurut kelas dan kualitasnya. Kelas dan kualitas beton ini dipisahkan menjadi tiga kategori:

- a). Beton kelas I adalah beton non struktural. Tidak ada keterampilan khusus yang diperlukan untuk pelaksanaannya. Kontrol kualitas terbatas pada kontrol kualitas material kecil, tanpa persyaratan untuk penilaian kekuatan tekan. B0 menunjukkan kualitas kelas I.
- b). Beton kelas II merupakan jenis beton struktural yang banyak digunakan. Pelaksanaannya memerlukan pengetahuan tingkat tinggi dan harus dilakukan di bawah pengawasan profesional. Standar mutu beton Kelas II adalah B1, K 125, K 175 dan K 225. Pengendalian mutu hanya terbatas pada pengendalian mutu bahan pada mutu B1, dan pengujian kuat tekan tidak diperlukan. Untuk mutu K 9 125 dan K 175, kuat tekan beton harus diperiksa terus menerus berdasarkan hasil pemeriksaan benda uji.
- c). Beton kelas III digunakan untuk konstruksi struktur yang melebihi K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pengawasan ahli materi pelajaran. Dibutuhkan laboratorium beton lengkap, serta tenaga profesional yang mampu melakukan kontrol kualitas beton secara bertahap

2. Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

- a). Beton Ringan  
Beton ringan adalah beton yang lebih ringan dari beton biasa. Agregat yang digunakan dalam produksi beton ringan juga merupakan agregat ringan.
- b). Beton Biasa  
Beton biasa menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan batu pecah sebagai agregat kasar, serta memiliki berat jenis beton 2200kg/m<sup>3</sup> hingga 2400kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan 15 hingga 40 MPa.
- c). Beton berat dibangun dari partikel yang lebih besar dari beton konvensional atau memiliki berat massa lebih dari 2400 kg/m<sup>3</sup>. Beton berat dibuat dengan menggunakan agregat dengan berat jenis yang tinggi.
- d). Disebut demikian beton massa karena digunakan untuk struktur beton skala besar seperti bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

## II.2 Material Penyusun Beton

### II.2.1 Agregat

Agregat adalah material granular misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidrolis atau adukan beton SK-SNI-T-15-1991-01 (Sholeh, 2002). Menurut Kardiyono (1997), agregat adalah butiran material mineral alami yang berfungsi sebagai pengisi dalam campuran beton. Walaupun sebagai pengisi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton. Agregat menempati kira-kira 75% dari volume beton dan oleh karena itu mempunyai pengaruh yang sangat penting (Sholeh, 2002).

Agregat terbagi atas agregat kasar dan halus. Agregat halus umumnya terdiri dari pasir atau partikel-partikel yang lewat saringan # 4 atau 5 mm, sedangkan agregat kasar tidak lewat saringan tersebut. Ukuran maksimum agregat kasar dalam struktur beton diatur di dalam peraturan untuk kepentingan berbagai komponen, namun pada dasarnya bertujuan agar agregat dapat masuk atau lewat di antara sela-sela tulangan atau acuan. Agregat yang digunakan harus memenuhi ketentuan SNI 0052-80 dan dalam hal-hal yang tidak tercakup dalam standar tersebut juga harus memenuhi ketentuan ASTM C330-80 untuk agregat ringan.

Dalam praktek agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu:

- 1). Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm
- 2). Kerikil, untuk butiran antara 5 mm 12 mm dan 40 mm
- 3). Pasir, untuk butiran antara 0,15 mm dan 5 mm

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (mendekati kubus), bersih, keras, kuat, dan gradasinya baik (Kardiyono, 1992).

#### 1. Agregat halus

Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam, sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan atau terak tanur tinggi.

Berdasarkan ASTM C33 agregat halus umumnya berupa pasir dengan partikel butir lebih kecil dari 5 mm atau lolos saringan No.4 dan tertahan pada saringan No.200

Tabel II.1 Batasan Gradasi Untuk Agregat Halus

Ukuran Saringan ASTM	Persentase berat yang lolos pada tiap saringan
9,5 mm	100
4,76 mm	95 – 100
2,36 mm	80 – 100
1,19 mm	50 – 85
0,595 mm	25 – 60
0,300 mm	10 – 30
0,150 mm	2 – 10

(Sumber: ASTM C-33)

## 2. Agregat Kasar

Menurut SNI 1970-2008, agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No.4) sampai 40 mm (No. 1½ inci). Berdasarkan SNI 1970-2008 Agregat kasar terdiri dari kerikil atau batu pecah dengan partikel butir lebih besar dari 5 mm atau antara 9,5 mm dan 37,5 mm.

Tabel II.2 Batas-Batas Gradasi Agregat Kasar Untuk Maksimal Nominal 19 mm

Ukuran ayakan (mm)	Pemisahan ukuran
	Persen (%) berat yang lewat masing-masing ayakan
25	100
19	90 – 100
9,5	20 – 55
4,75	0 – 10
2,36	0 – 5

(SNI 1970-2008)

### II.2.2 Semen

Semen portland berdasarkan Standar Nasional Indonesia 2004 adalah terak portland yang terutama tersusun dari kalsium silikat ( $x\text{CaO SiO}_2$ ), yang bersifat hidrolis dan digiling bersama bahan lain. Semen terhidrolisis yang dihasilkan dengan penggilingan (klinker). Aditif tersebut berupa satu atau lebih bentuk kristal dari senyawa kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) dan dapat juga ditambahkan bersama dengan bahan tambahan lainnya (mineral dalam bahan). Kandungan senyawa dalam semen membentuk sifat dan jenis semen.

Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland diklasifikasikan menjadi lima kategori menurut jenis dan aplikasinya sebagai berikut:

1. Tipe I, semen portland yang pada pemakaiannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
2. Tipe II, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Tipe III, semen portland yang dalam penggunaannya membutuhkan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Tipe IV, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.

5. Tipe V, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

### II.2.3 Air

Air merupakan salah satu bahan yang diperlukan dalam pembuatan beton yang sebagai bahan pencampur dan pengaduk antara semen dan agregat. Menurut Tjokrodinuljo (1992) dalam pemakaian air untuk campuran beton sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gr/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 15 gr/liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/liter.

### II.3 Beton Serat

Serat merupakan bahan tambah yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat beton. Berbagai macam serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik beton antara lain adalah fiber baja (*stell fiber*), *fiber polypropylene* (sejenis plastik mutu tinggi), fiber kaca (*glass fibre*), fiber karbon (*carbon fibre*), serat fiber dari bahan alami (*natural fiber*), seperti pinang, rambut, sabut kelapa, serat ijuk dan serat tumbuh-tumbuhan lainnya.

Beton serat mempunyai kelebihan dibanding beton tanpa serat dalam beberapa sifat strukturnya antara lain keliatan (*ductility*), ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*), kuat tarik dan lentur (*tensile and flexural strength*), kelelahan (*fatigue life*), ketahanan terhadap pengaruh susut (*shrinkage*) dan ketahanan terhadap keausan (*abrasion*) (Soroushian and Bayashi, 1987).

### II.4 Serat Bambu

Serat alami yaitu serat yang berasal dari alam (bukan buatan ataupun rekayasa manusia). Serat alami ini biasanya didapat dari serat tumbuhan

(pepohonan). Penelitian dan penggunaan serat alami berkembang dengan sangat pesat saat ini karena serat alami banyak memiliki keunggulan dibandingkan dengan serat buatan. Keunggulan dari serat alami, yaitu beban lebih ringan, mudah didapat, harga relatif murah, dan yang paling penting ramah lingkungan. Salah satu serat alami adalah serat bambu.

Penggunaan bambu pada struktur bangunan sudah dikenal sejak lama. Salah satu bentuk penggunaan bambu pada struktur adalah dengan memanfaatkan seratnya. Serat bambu yang di campur dengan beton terbukti mampu meningkatkan kapasitas kuat beton, khususnya kuat tarik beton. Banyak sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki atau ditingkatkan melalui penambahan serat secara umum, yakni: daktilitas, ketahan impact, kuat tarik dan lentur, ketahanan terhadap susutan, ketahanan abrasi, ketahanan terhadap pecahan atau fragmentasi serta ketahanan terhadap pengelupasan. Serat bambu terbukti mampu memberikan kontribusi bagi kekuatan beton. Bambu merupakan tanaman yang cepat tumbuh dan mampu menyerap karbondioksida di udara. Bambu dapat dipanen 3-4 tahun (Amada et al, 1997). Bambu dapat digunakan untuk material teknik baik dalam kondisi utuh, bentuk strip dan serat (Nayak and Mishra, 2016). Serat bambu terdiri dari cellulose, hemicellulose dan lignin. Kandungan celulose dan hemicelulosa dalam bentuk holocelulosa dapat lebih dari 50%(Jain et al., 1992). Serat bambu secara mekanik mempunyai kekuatan tarik yang tinggi (140-800 MPa), dan modulus elastisitas yang tinggi (33 GPa) dengan densitas yang rendah 0,6 – 0,8 g/cm<sup>3</sup>(Defoirdt et al.,2010). Sehingga kekuatan jenis dan modulus elastis jenis serat bambu sangat tinggi dan sebanding dengan serat glass.

(Brights, 1974), dalam penelitiannya menyatakan bahwa aspek rasio serat pada beton yang melibatkan faktor panjang serat merupakan faktor paling penting. Aspek rasio serat (*fiber ratio aspect*), yang direkomendasikan adalah  $l/d < 100$  di mana (l) merupakan panjang serat dan (d) merupakan diameter serat. Oleh karenanya, panjang seratnya bagi beton dibatasi. Sesuai dengan pembatasan ini bertujuan untuk mencegah terjadinya balling atau penggumpalan serat saat beton diaduk. Serat yang terlalu panjang memungkinkan terjadinya kepatahan serat maupun penggumpalan serat sehingga dapat mengakibatkan rongga-rongga pada

beton. Rongga-rongga inilah yang yang dapat mengakibatkan kurangnya kekuatan beton akibat massa beton yang tidak padat pada saat di uji. Penggumpalan serat dapat berakibat pada distribusi serat yang tidak merata pada beton. Hal ini perlu dihindari sebab tujuan penambahan serat adalah untuk memberi penambahan kapasitas kekuatan pada seluruh bagian beton sehingga tegangan yang terjadi dapat dipikul secara maksimal.

Bambu merupakan tanaman berumpun yang pertumbuhannya sangat cepat. Kebanyakan para ahli tumbuhan menempatkannya dalam rumpun Bambuseae termasuk dalam keluarga rumput (*gramineae*). Pemilihan bambu sebagai bahan bangunan dapat didasarkan pada harga yang rendah, serta kemudahan untuk memperolehnya. Penggunaan kulit bambu sebagai bahan serat beton didasarkan pada pertimbangan bahwa kuat tariknya cukup tinggi, pembuatan dari bahan baku menjadi serat cukup mudah, serta populasi bambu yang cukup banyak dan tersebar sehingga mudah diperoleh.

## II.5 Kuat Tekan Beton

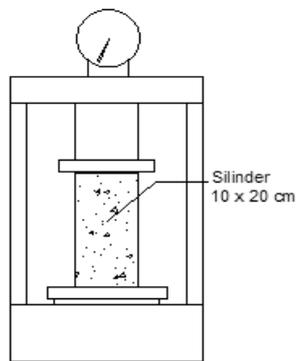
Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat terhadap benda uji beton (diameter 150 mm, tinggi 300 mm) sampai hancur. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi ( $f'_c$ ) pada saat regangan beton  $\pm 0,002$  yang dicapai benda uji umur 28 hari (Dipohusodo, 1996).

Perhitungan kuat tekan beton digunakan persamaan (II.1) :

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (II.1)$$

Mekanisme pengujian kuat tekan beton ditunjukkan pada Gambar II.1



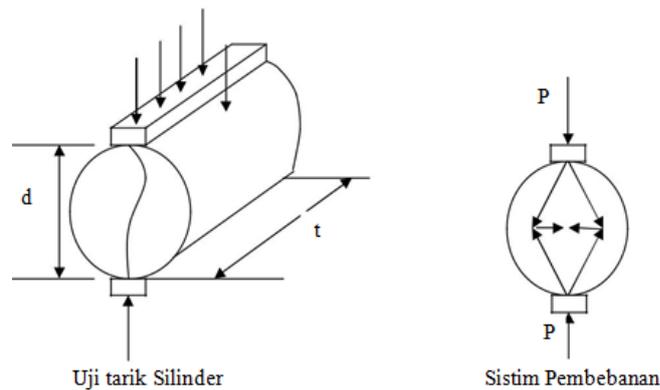
Gambar II.1 Uji Kuat Tekan

## II.6 Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah adalah kuat tarik beton yang ditentukan berdasarkan kuat tarik belah dari silinder beton yang ditekan pada sisi panjangnya. Kekuatan tarik belah beton relatif rendah, nilai kuat tekan dan tarik belah beton tidak berbanding lurus. Setiap usaha perbaikan untuk kekuatan tekan hanya disertai dengan peningkatan kecil nilai kuat tariknya. Kekuatan tarik lebih sulit diukur dibandingkan dengan kekuatan tekan karena masalah penjepit pada mesin.

Pengujian tersebut menggunakan benda uji silinder beton diameter 150 mm dan tinggi 300 mm diletakkan dengan arah memanjang di atas alat pengujian kemudian beban tekan diberikan merata ke arah tegak lurus dari atas pada seluruh penampang silinder. Apabila kuat tarik terlampaui, benda uji terbelah menjadi dua bagian dari ujung ke ujung. Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji tarik belah disebut *split cylinder strength* atau kuat tarik belah, yang dihitung dengan persamaan (2), dengan mekanisme pengujian yang ditunjukkan pada Gambar II.2

$$f_t = \frac{2P}{\pi Ld} \dots \dots \dots (II.2)$$



Gambar II.2 Uji Tarik Belah

### II.7 Hubungan Kuat tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah tidak memiliki nilai pendekatan dari kuat tekan yang signifikan, maka digunakan hubungan kuat tarik belah dengan kuat tekan yang menurut (Istimawan D, 1994), mempunyai nilai pendekatan sekitar  $0,50-0,6 \sqrt{f'c}$ . Dengan catatan bahwa dari berbagai pengujian kuat tarik memiliki nilai yang lebih kecil dari kuat tekan . Kuat tarik beton bervariasi antara 9% - 15% dari kuat tekannya. Alasan utama dari kuat tarik yang kecil ini adalah kenyataan bahwa beton dipenuhi oleh retak – retak ini tidak berpengaruh besar bilah beton menerima beban tekan karena beban tekan menyebabkan retak menutup sehingga memungkinkan terjadinya penyaluran tekanan. Rumus dasar yang mendekati populasi data adalah formulasi sebagai berikut

$$f_{tr} = k(f'c)^n \text{ (MPa)} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:  $k$  dan  $n$  adalah koefisien yang tergantung dari metode percobaan tarik yang digunakan (Neville, 2003). Nilai  $n$  umumnya ditentukan antara  $\frac{1}{2}$  sampai  $\frac{3}{4}$  . Angka  $\frac{1}{2}$  digunakan antara lain oleh *American Concrete Institute* (ACI), *Canadian Standart Asociation* (CSA) dan SNI T-15-1991-03. Yang terakhir tertuang dalam pasal 3.2.5 *British Code of Practice* (BS) menggunakan nilai 0,7.

## II.8 Peneletian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan (Johan Oberlyn Simanjuntak, dkk, 2020), dengan judul Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tekan Beton. Berdasarkan hasil pengujian, kuat tekan beton pada umum 28 hari, kuat tekan beton tanpa serat bambu adalah 21,89 MPa. Kuat tekan beton dengan serat bambu 0,25% adalah 20,76 MPa, kuat tekan beton dengan serat bambu 0,5% adalah 19,25 MPa dan kuat tekan beton dengan serat bambu 0,75% adalah 17,93 MPa. Disimpulkan bahwa beton mengalami penurunan kuat tekan beton karena serat bambu tidak memiliki daya rekat seperti semen.

Penelitian yang dilakukan (Ros Anita Sidabutar, 2020), dengan judul Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, menunjukkan bahwa menambahkan panjang serat bambu dalam beton sebagai campuran mampu meningkatkan daya tahan dan kelenturan campuran atau beton. Untuk variasi panjang 3 %, 4 %, dan 5 % dengan nilai sebesar 27,42115 MPa, 27,70332 MPa, dan 28,08402 MPa, dalam konsentrasi dari 2 cm serat bambu.

Penelitian yang dilakukan (Retno Trimurtriningrum, 2018), dengan judul Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Tekan Beton. Penelitian menggunakan Variasi serat bambu yang di uji sebesar 0%, 1%, 2%, 3% dari berat semen dalam campuran beton. Hasil penelitian disimpulkan, semakin banyak persentase serat bambu pada beton, maka semakin rendah nilai slump beton. Pada campuran beton dengan serat bambu sebesar 1% terjadi kenaikan kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Penurunan kuat tekan terjadi pada perentase serat bambu 2% dan kuat tarik beton terjadi pada persentase serat bambu 3%.

Penelitian yang dilakukan (Sugianto, 2017), dengan judul Studi Experimen Penambahan Campuran Abu Ampas Tebu dan Serat Bambu Pada Kuat Tekan Beton. Variasi serat bambu yang digunakan yaitu, 0%, 1,5%, dan 3%. Hasil penelitian disimpulkan, Abu ampas tebu dengan variasi 0%, 10%, dan 15%. Penggunaan AAT berpengaruh negatif artinya semakin banyak penambahan AAT maka kuat lekat yang dihasilkan akan menurun. Sedangkan penambahan serat bambu berpengaruh positif, artinya semakin banyak penambahan serat bambu

maka kuat lekat yang dihasilkan akan semakin meningkat. Nilai optimum penggunaan AAT dan penambahan serat bambu yang menghasilkan kuat lekat maksimal terdapat pada persentase AAT 0% dan serat bambu 3% yang dimana nilai maksimalnya 63,04 MPa.

Penelitian yang dilakukan (Ma'ruf, 2015), dengan judul Pengaruh Panjang Serat Kulit Bambu Terhadap Sifat Mekanik Beton. Variasi serat kulit bambu yang digunakan 0,5% dengan panjang serat sebesar 2,5 cm, 5cm, 7,5cm, dan 10 cm. Disimpulkan bahwa pada beton tanpa penambahan serat kulit bambu nilai kuat tekan beton sebesar 26,97 MPa. Setelah penambahan serat kulit bambu, nilai optimum terdapat pada penambahan serat kulit bambu 2,5 cm= 32,82 MPa. Kuat tarik belah tanpa penambahan serat sebesar 2,31 MPa. Setelah penambahan nilai optimum 2,92 MPa. Sedangkan untuk kuat lentur, untuk kuat lentur tanpa serat adalah sebesar 5,20 MPa. Setelah ditambahkan serat bambu nilai optimum terdapat pada kadar serat bambu 10 cm sebesar 5,88 MPa.

Penelitian yang dilakukan (Mudji Suhardiman, 2011), dengan judul Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton. Variasi serat bambu ori yang digunakan sebesar 1%, 1,5%, dan 2% dari berat semen dalam campuran beton. Hasil penelitian disimpulkan kuat tekan beton yang tertinggi pada kadar serat bambu ori 1% yaitu sebesar 24,36 MPa, atau mengalami peningkatan 17,85% dibandingkan beton normal. Kuat Tarik belah beton tertinggi pada kadar serat bambu ori 1,5% yaitu sebesar 2,69 MPa, atau mengalami peningkatan sebesar 30,58% dibandingkan beton normal.

Penelitian yang dilakukan (A. Junaidi, 2015), dengan judul Pengaruh Serat Bambu Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton. Variasi persen serat menggunakan 5 variasi sebesar 0%, 3%, 4%, dan 5%. dengan Panjang serat bambu 4 cm. Hasil penelitian disimpulkan uji kuat tekan beton menyatakan bahwa kuat tekan beton karakteristik yang tertinggi dicapai pada saat penambahan persentase serat bambu sebesar 4% yaitu 440,505 kg/cm. Penambahan serat bambu sebesar 2%, 3% dan 5% menghasilkan kuat tekan beton karakteristik secara berturut turut yaitu 381,681 kg/cm, 419,835 kg/cm dan 429,637 kg/cm.

Penambahan serat bambu sebanyak 4% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 20,8% dari beton normal.

Penelitian yang dilakukan (Heryah Ramadani, 2019), dengan judul Analisis Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Dengan FAS 0.4 DAN 0.6. Variasi persen serat yang digunakan 0,5%, 1%, dan 1,5%. Dengan panjang serat bambu 1 cm dan 2 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Faktor air semen (FAS) 0,4 dengan variasi 0,5% memiliki nilai kuat tarik yang tinggi dan memenuhi dari nilai kuat tarik yang sudah direncanakan, sedangkan FAS 0,6 belum memenuhi nilai kuat tarik yang sudah di rencanakan.

Penelitian yang dilakukan (RC. Ningsih, 2018), dengan judul Analisa Pengaruh Penambahan Serat Kulit Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan Beton. Variasi jumlah serat yang digunakan 3%, 5%, dan 7%, dengan panjang serat 2 cm. Hasil pengujian disimpulkan, kuat tekan benda uji BSB31 mengandung serat bambu 3% dan menghasilkan kuat tekan sebesar 15,091 MPa pada umur 14 hari dan 15,370 MPa pada umur 28 hari. Benda uji BSB51 memiliki serat bambu 5% dengan kuat tekan 15,790 MPa pada umur 14 hari, dan 16,108 MPa. Sedangkan varian serat 7% dengan kuat tekan 15,790 MPa pada umur 14 hari, dan 15,862 MPa pada umur 28 hari.

Penelitian yang dilakukan (Ade Maulana (2020), dengan judul Pengaruh Penambahan Serat Bambu Dengan Variasi Rasio Dimensi Serat (L/D) Terhadap Sifat Mekanik Beton. Variasi jumlah serat 3%, 5%, dan 7%. Dengan panjang serat 2cm. Dari hasil penelitian didapatkan penambahan serat bambu sangat berpengaruh positif terhadapbeton. Dimana hasil uji tekan yang di dapatkan mengalami peningkatan, nilai uji beton berbentuk silinder sebesar 32,60 MPa, dimana kuat tekan beton normal tanpa penambahan serat bambu sebesar 24,02 MPa. Sehingga kuat tekan beton yang terjadi meningkat sebesar 25% dari beton normal tanpa penambahan serat bambu. Begitu juga dengan pengujian kuat tarik belah mengalami peningkatan, yang dimana nilai kuat optimum pada pengujian kuat tarik belah terdapat pada panjang serat 7.5 cm.

## **BAB III METOLOGI PENELITIAN**

### **III.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium struktur dan bahan, Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Fajar, Makassar. Jenis penelitian ini adalah dengan eksperimental di laboratorium berupa pengujian karakteristik material (agregat kasar dan agregat halus) dengan serat bambu sebagai campuran beton. Waktu yang digunakan peneliti untuk penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal dikeluarkannya ijin penelitian dalam kurun waktu kurang lebih 2(dua) bulan.

### **III.2 Alat dan Bahan**

#### **III.2.1 Alat**

Penelitian ini menggunakan alat uji sebagai berikut:

- 1). Timbangan dengan kapasitas 50 kg untuk menimbang agregat, semen, air.
- 2). Oven dengan temperatur  $300^{\circ}\text{C}$  dan daya listrik 2200 W untuk mengeringkan material.
- 3). Ayakan dengan ukuran diameter saringan  $1^{1/2}$ ,  $3/4$ ,  $3/8$ , 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200, pan.
- 4). Cetakan benda uji berupa silinder ukuran 15cmx30cm.
- 5). Molen
- 6). Compression Testing Machine.

Alat bantu lain :

- 1). Spatula
- 2). Gelas ukur kapasitas 250 ml untuk uji agregat.
- 3). Gelas ukur 2000 ml untuk menakar air.
- 4). Stopwatch.
- 5). Lap kering.

- 6). Ember.
- 7). Alat tulis.
- 8). Formulir penelitian.
- 9). Kamera.

### III.2.2 Bahan

Adapun bahan yang akan digunakan pada pembuatan beton sebagai benda uji adalah :

- 1). Semen Portland
- 2). Agregat Halus (pasir)
- 3). Agregat Kasar (kerikil)
- 4). Serat Bambu
- 5). Air

Dalam penelitian ini, agregat yang digunakan untuk campuran harus diperiksa karakteristiknya sebelum digunakan sebagai benda uji untuk menjamin kualitas mutunya. Pengujian karakteristik agregat kasar dan halus dilakukan berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan dapat dilihat pada Tabel III.1 dan Table III.2.

Tabel III.1 Spesifikasi karakteristik agregat kasar.

No.	Karakteristik Agregat Kasar	Interval Batas	Pedoman
1	Kadar Lumpur, %	0,2 – 1,0	SNI 03-4142-1996
2	Kadar Air, %	0,5 – 2,0	SNI 03-1971-2011
3	Berat Volume Padat, kg/ltr	1,40 – 1,90	SNI 03-4804-1998
4	Berat Volume Gembur, kg/ltr	1,40 – 1,90	SNI 03-4804-1998
5	Penyerapan, %	0,20 – 2,00	SNI 1969-2008
6	Berat Jenis SSD	1,60 – 3,20	SNI 1969-2008

Tabel III.2 Spesifikasi karakteristik agregat halus

No.	Karakteristik Agregat Halus	Interval Batas	Pedoman
1	Kadar Lumpur, %	0,2 – 6	SNI 03-4142-1996
2	Kadar Organik, warna	< No. 3	2816:2014
3	Kadar Air, %	3-5	SNI 03-1971-2011
4	Berat Volume Padat, kg/ltr	1,40 – 1,90	SNI 03-4804-1998
5	Berat Volume Gembur, kg/ltr	0,20 – 2,00	SNI 03-4804-1998
6	Penyerapan, %	0,20 – 2,00	SNI 1970-2008
7	Berat Jenis SSD	1,6 – 3,2	SNI 1970-2008
8	Modulus Kehalusan	2,20 – 3,10	SNI 03-1968:1990

### III.3 Kebutuhan Benda Uji

Dalam penelitian ini banyaknya benda uji disesuaikan terhadap kebutuhan yang dibutuhkan. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan 4 (Empat) varian persentase panjang serat, 0% (sebagai acuan), 2 cm, 4 cm, dan 6 cm. untuk semua varian menggunakan jumlah serat 2%. Dari 4 varian persentase

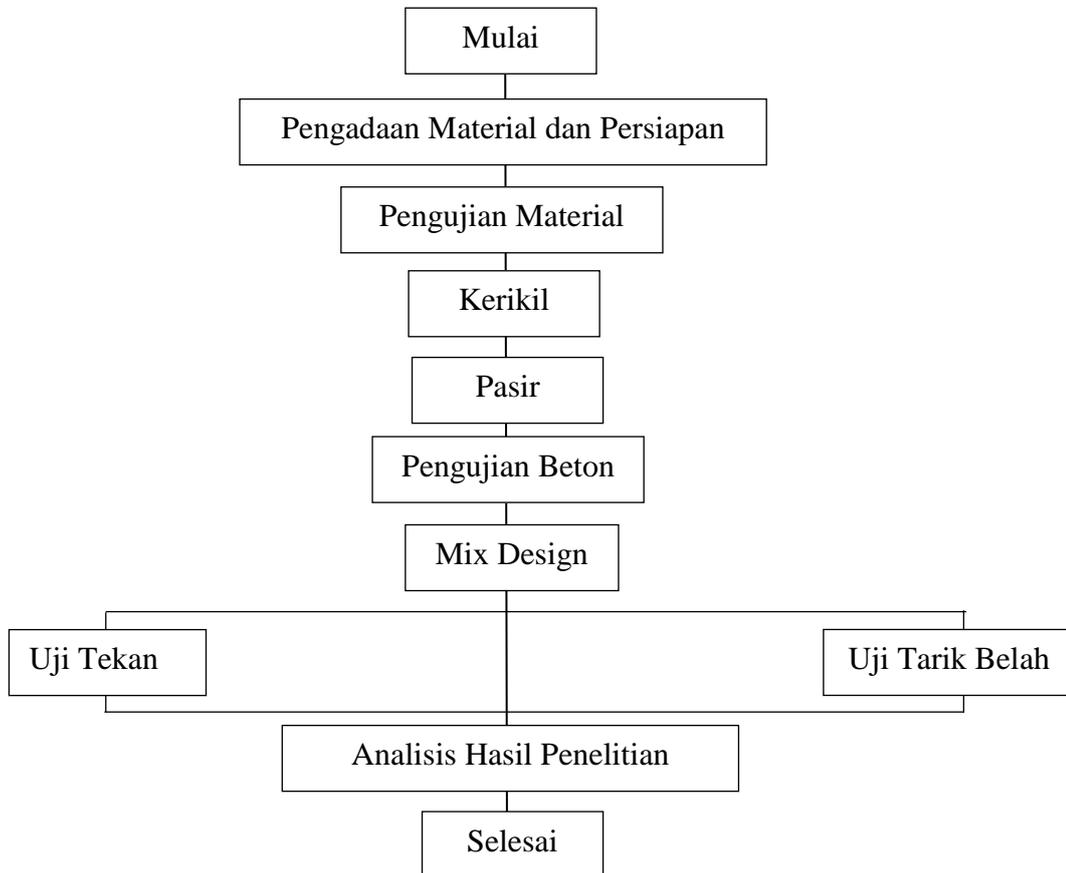
jumlah serat, digunakan 24 benda uji beton berbentuk silinder yang dimana masing-masing serat di wakili oleh 3 (tiga) benda uji beton.

Tabel III.3 Jumlah Benda Uji Penelitian

Variasi Campuran	Pengujian Tekan Beton			Pengujian Kuat Tarik Belah		
	Kode	Jumlah Benda Uji		Kode	Jumlah Benda Uji	
Berat Serat 0%	UTK 0 cm	3	<b>Jumlah Benda Uji 30 Sampel</b>	UTB 0%	3	<b>Umur Rencana 28 Hari</b>
Berat Serat 2% Dengan Panjang 2 cm	UTK 2 cm	3		UTB 2 cm	3	
Berat Serat 2% Dengan Panjang 4 cm	UTK 4 cm	3		UTB 4 cm	3	
Berat Serat 2% Dengan Panjang 6 cm	UTK 6 cm	3		UTB 6 cm	3	
Berat serat 2% Dengan Panjang 8 cm	UTK 8 cm	3		UTB 8 cm	3	

### III.4 Bagan Alur

Berikut adalah gambar bagan yang akan menggambarkan alur penelitian yang akan peneliti lakukan. Dapat dilihat pada Gambar III.1



Gambar III.1 Diagram alur penelitian

### III.5 Mix Design

Perencanaan campuran beton merupakan suatu proses teoritis untuk menentukan jumlah masing-masing bahan yang diperlukan dalam suatu campuran beton, hal ini dilakukan agar proporsi dapat memenuhi syarat. Pada tahap ini, dilakukan pembuatan mix design yang berdasarkan SNI-03–2834-2000.

### **III.6 Pembuatan Benda Uji**

Langkah – langkah dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan dibutuhkan dalam penelitian.
2. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian bahan-bahan yang akan digunakan ditimbang sesuai dengan komposisi hasil desain campuran.
3. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan. Kemudian masukkan agregat kasar, agregat halus dan semen kemudian aduk hingga bahan tercampur rata.
4. Setelah tercampur merata masukkan air secara bertahap, lalu aduk hingga merata.
5. Setelah tercampur dengan rata, dilakukan uji slump untuk mengukur tinggi workability adukan.
6. Apabila nilai slump telah memenuhi standar yang telah ditetapkan, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder dan balok, setelah itu beri tumbukan sebanyak 25 kali menggunakan tongkat baja.
7. Setelah cetakan berisi penuh, kemudian cetakan diberi tumbukan menggunakan palu karet untuk mengisi ruang kosong lalu bagian atas benda uji diratakan.
8. Diamkan selama 24 jam, lalu cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton didalam bak perendaman.

### **III.7 Pengujian Beton**

#### **III.7.1 Pengujian Kuat Tekan Beton**

Berikut adalah persiapan dan langkah – langkah pengujian kuat tekan beton:

- 1). Keluarkan benda uji dari cetakan silinder.
- 2). Timbang dan catat berat benda uji sebelum direndam dalam air.
- 3). Rendam benda uji dalam air.
- 4). Keluarkan benda uji yang telah melalui proses perendaman selama 28 hari.

- 5). Keringkan benda uji sampai benda uji dalam keadaan benar – benar kering.
- 6). Uji benda atau sampel menggunakan alat mesin penekan (*compression testing machine*) kapasitas 2000 KN.
- 7). Tempatkan benda uji pada alat tekan berdiri vertikal dan sentris pada dasar alat.
- 8). Operasikan alat penekan, kemudian catat pembacaan pembebanan pada alat penekan dimana jarum pembaca pembebanan maksimal yang diberikan pada benda uji.
- 9). Catat nilai kuat tekan yang diperoleh.

### III.7.2 Pengujian Kuat Tarik Beton

Berikut adalah persiapan dan langkah – langkah pengujian kuat tekan beton:

- 1). Keluarkan benda uji dari cetakan silinder.
- 2). Timbang dan catat berat benda uji sebelum direndam dalam air.
- 3). Rendam benda uji dalam air.
- 4). Keluarkan benda uji yang telah melalui proses perendaman.
- 5). Keringkan benda uji sampai benda uji dalam keadaan benar – benar kering.
- 6). Uji benda atau sampel menggunakan alat mesin penekan (*compression testing machine*) kapasitas 2000 KN.
- 7). Tempatkan benda uji pada alat tekan secara horizontal pada dasar alat.
- 8). Operasikan alat penekan, kemudian catat pembacaan pembebanan pada alat penekan dimana jarum pembaca pembebanan maksimal yang diberikan pada benda uji, kemudian catat nilai kuat tarik belah yg diperoleh.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### IV.1 Karakteristik Material Penyusun Beton

#### IV.1.1 Pengujian Agregat Halus

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat yang berasal dari alam yaitu agregat halus, (pasir). Pengujian ini dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar Makassar, dengan mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia).

TABEL IV.1 Pengujian Karakteristik Agregat Halus

Agregat Halus					
No.	Karakteristik	Hasil	Interval	Metode Pengujian	Keterangan
1	Kadar Air	3,952	3,0% - 5,0%	SNI 03-4804-1998	M
2	Kadar Lumpur	1,523	0,2% - 6,0%	SNI 03-1971-1990	M
3	Berat Jenis SSD	2,339	1,60 – 3,20	SNI 03-1970-2008	M
4	Absorpsi (Penyerapan)	1,112	0,20% - 2,00%	SNI 03-1970-1990	M
5	Berat Volume Padat	1606,918	1400 - 1900 kg/m <sup>3</sup>	SNI 03-4804-1998	M
6	Berat Volume Gembur	1400,943	1400 - 1900 kg/m <sup>3</sup>	SNI 03-4804-1998	M
7	Modulus Kehalusan	2,661	2,20 - 3,10	ASTM C136-2012	M

Keterangan: M : Memenuhi

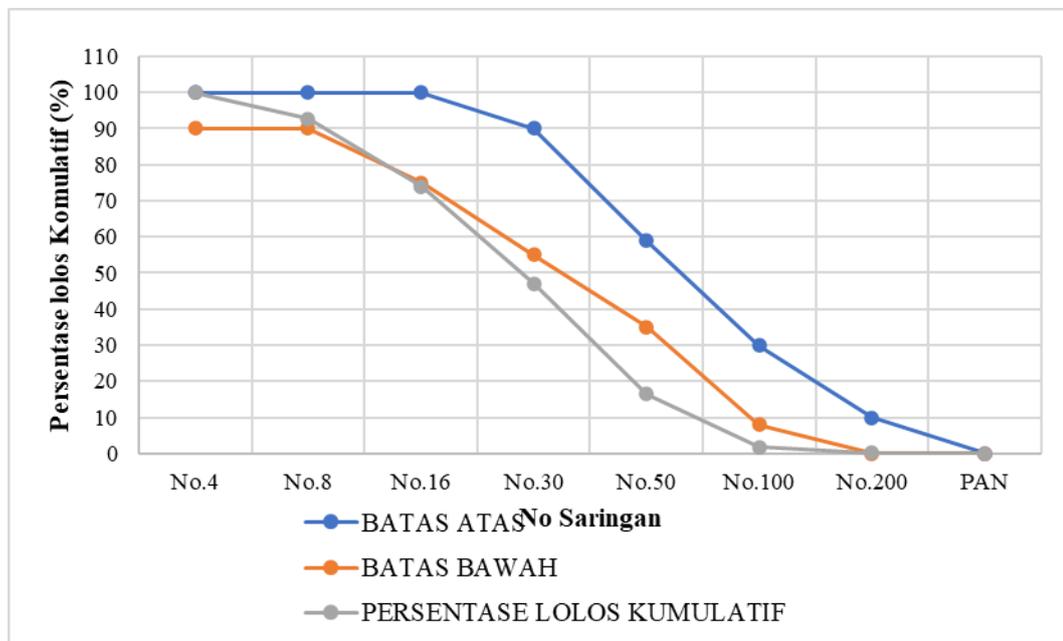
TM : Tidak Memenuhi

Tabel IV.1 Menunjukkan hasil pengujian karakteristik agregat halus (pasir) seluruhnya memenuhi syarat sebagai material penyusun beton sehingga dapat digunakan dalam pencampuran beton.

Tabel IV. 2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

No. Saringan	Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Tertahan Kumulatif	Persentase Lolos Kumulatif	ASTM C136-2012
4	0	0	0	100	<b>90-100</b>
8	70,26	7,023	7,023	92,977	<b>75-100</b>
16	180,45	18,037	25,060	74,940	<b>55-90</b>
30	270,56	27,044	52,104	47,896	<b>35-59</b>
50	311,59	31,145	83,249	16,751	<b>8-30'</b>
100	147,59	14,752	98,001	1,999	<b>0-10'</b>
200	16,4	1,639	99,640	0,360	<b>0</b>
Pan	3,6	0,360	100	0	<b>0</b>
<b>Total</b>	<b>1000</b>	<b>100</b>	<b>265.436</b>		
<b>Mod. Keha.</b>	<b>2,654</b>				<b>2,20 - 3,10</b>

Hasil Analisa saringan agregat halus (pasir) yang sudah dilakukan pengujian, kemudian dimasukkan ke dalam bentuk grafik batas gradasi, sehingga diketahui pasir yang digunakan masuk dalam zona 2.



Gambar IV. 1 Zona Pasir

Pada gambar IV.1 diketahui batas gradasi hasil analisa saringan agregat halus berada diantara batas atas dan batas bawah masuk dalam zona 2 sesuai SNI ASTM C136-2012

#### IV.1.2 Pengujian Agregat Kasar

Bahan yang digunakan di dalam penelitian ini adalah agregat yang asalnya dari alam yaitu kerikil. Pengujian ini dilaksanakan di laboratorium Bahan dan beton Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar dengan mengacu pada SNI (Standart Nasional Indonesia)

Tabel IV. 3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No.	Karakteristik	Hasil	Interval	Metode Penelitian	Keterangan
1	Kadar Air	0,888	0,5% - 2,0%	SNI 03-1971-2011	M
2	Kadar Lumpur	0,827	0,2% - 1,0%	SNI 03-1971-1990	M
3	Berat Jenis SSD	2,425	1,60 – 3,20	SNI 1969-2008	M
4	Absorpsi (Penyerapan)	0,827	0,20% - 2,00%	SNI 1969-2008	M
5	Berat Volume Padat	1622,143	1400 - 1900 kg/m <sup>3</sup>	SNI 03-4804	M
6	Berat Volume Gembur	1542,857	1400 - 1900 kg/m <sup>3</sup>	SNI 03-4804	M
7	Modulus Kehalusan	6,991	5,50 - 8,50	ASTM C136-2012	M

Keterangan: M : Memenuhi

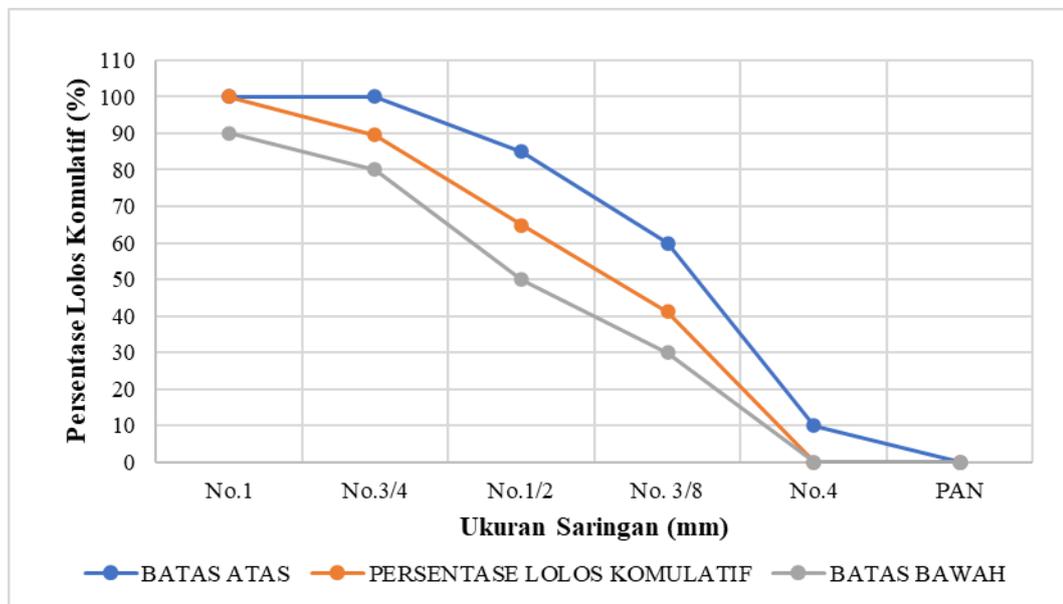
TM: Tidak Memenuhi

Pada Tabel IV.3 dapat diperhatikan bahwa hasil pengujian karakteristik agregat kasar (kerikil), memenuhi syarat sebagai material penyusun beton, sehingga dapat digunakan dalam pencampuran beton.

TABEL IV.4 Saringan Agregat Kasar

No. Saringan	Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Tertahan Kumulatif	Persentase Lolos Kumulatif	ASTM C136-2012
4	0	0	0	100	<b>90-100</b>
8	70,26	7,023	7,023	92,977	<b>75-100</b>
16	180,45	18,037	25,060	74,940	<b>55-90</b>
30	270,56	27,044	52,104	47,896	<b>35-59</b>
50	311,59	31,145	83,249	16,751	<b>8-30'</b>
100	147,59	14,752	98,001	1,999	<b>0-10'</b>
200	16,4	1,639	99,640	0,360	<b>0</b>
Pan	3,6	0,360	100	0	<b>0</b>
<b>Total</b>	<b>1000</b>	<b>100</b>	<b>265.436</b>		
<b>Mod. Keha.</b>	<b>2,654</b>				<b>2,20 - 3,10</b>

Hasil analisa saringan agregat kasar (kerikil) yang sudah dilakukan pengujian, kemudian dimasukkan ke dalam bentuk grafik batas gradasi, sehingga diketahui kerikil yang digunakan masuk dalam zona 2.



Gambar IV.2 Saringan Agregat Kasar

Pada Gambar IV.2 diketahui batas gradasi hasil analisa saringan agregat halus berada diantara batas atas dan batas bawah masuk dalam zona 2 sesuai SNI ASTM C136-2012.

#### IV.2 Rancangan Campuran Beton (*mix design concrete*)

Berdasarkan pemeriksaan karakteristik material maka hasil perhitungan *mix design* kuat tekan rencana  $f'c = 25$  MPa yang digunakan *Mix Design* Metode SNI-03-2834-2000, diperoleh nilai komposisi/proporsi campuran beton *mix design* sebagai mana pada tabel IV.5 dan untuk campuran beton 1 silinder ukuran 15x30 pada tabel IV.6. Adapun kebutuhan komposisi serat dari berat beton untuk 1 silinder beton dapat dilihat pada tabel IV.7.

Tabel IV.5 Komposisi Campuran Beton Untuk 1m<sup>3</sup>

Bahan	Satuan
Semen Portland	420 kg/m <sup>3</sup>
Air	210 kg/m <sup>3</sup>
Agregat Halus	654,308 kg/m <sup>3</sup>
Agregat Kasar	1114,092 kg/m <sup>3</sup>

Tabel IV.6 Rancangan Campuran Beton Untuk 1 Silinder Ukuran 15 cm x 30 cm

Bahan	Satuan	Penambahan10%
Semen	2,060625 kg	2,2666875 kg
Air	1,084124 kg	1,192536675 kg
Agregat Halus	3,412369 kg	3,753605357 kg
Agregat Kasar	5,868948 kg	6,455843336 kg

Tabel IV.7 Komposisi Serat Dari Berat Beton Untuk 1 Silinder Beton

NO	Persentase Serat	Berat Serat (kg)
1	0	0
2	0,5	0,06
3	1,0	0,12
4	1,5	0,19
2	2.0	0,25

### IV.3 Pengujian Slump Test

Untuk mengetahui workability atau kekentalan adukan beton maka dilakukan pengujian slump test. Kekentalan aduan beton merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran untuk dikerjakan dalam pekerjaan konstruksi tanpa menimbulkan pemisahan dalam penyusunan beton (segresi). Jumlah air, jumlah semen, jumlah butiran agregat, dan jumlah zat adiktif yang digunakan dapat mempengaruhi kekentalan. Nilai slump yang direncanakan pada penelitian ini adalah sebesar 30 mm – 60 mm.

Tabel IV.8 Hasil Nilai Slump Test

NO	Panjang Serat (cm)	Variasi Persen Serat (%)	Nilai Slump Test (cm)
1	0	0	6
2	2	2	5
3	4	2	5
4	6	2	4
5	8	2	4

Hasil nilai slump sudah sesuai dengan tinggi slump yang ditetapkan. Hasil pengujian slump yang dilakukan pada beton yaitu sebesar 50 mm.



Gambar IV.3 Pengujian Slump Beton

#### IV.4 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton menggunakan UTM (*Universal testing Machine*), untuk mengetahui kekuatan beton maksimum pada saat menerima beban tekan (P) dalam satuan kN. Pengujian dilakukan pada saat sampel berumur 28 hari, dengan benda uji beton berbentuk silinder dengan ukuran 15cm x 30cm.

Untuk perhitungan kuat tekan beton:

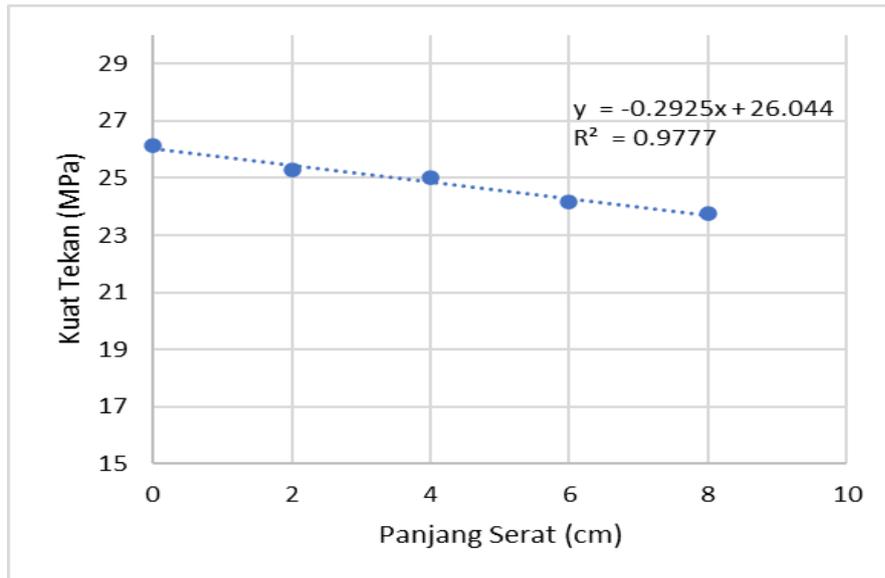
$$\begin{aligned}
 (f'c): \text{Diketahui: Diameter (d)} &= 15 \text{ cm} &= 150 \text{ mm} \\
 \text{Beban (P)} &= 280 \text{ kN} &= 280000 \text{ N} \\
 \text{Penyelesaian: Luas (A)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 \\
 &= 17671,459 \\
 f'c &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{280000}{17671,459} \\
 &= 15,845 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Dari hasil contoh perhitungan kuat tekan di atas maka hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada table IV.7.

Tabel IV.9 Hasil Perhitungan Kuat Tekan Beton

Benda Uji 28 hari	Berat Beton	Beban (KN)	Luas A (mm)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
0%	12,64	465000	17662,5	26,327	26,138
	12,68	460000	17662,5	26,044	
	12,66	460000	17662,5	26,044	
2 cm	12,52	450000	17662,5	25,478	25,289
	12,43	440000	17662,5	24,912	
	12,62	450000	17662,5	25,478	
4 cm	12,73	445000	17662,5	25,195	25,006
	12,67	440000	17662,5	24,912	
	12,68	440000	17662,5	24,912	
6 cm	12,64	430000	17662,5	24,345	24,157
	12,62	430000	17662,5	24,345	
	12,59	420000	17662,5	23,779	
8 cm	12,57	425000	17662,5	24,062	23,779
	12,54	420000	17662,5	23,779	
	12,52	415000	17662,5	23,496	

Tabel IV.9 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton 28 Hari (MPa). Dari grafik diatas menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton yang di dapatkan berbanding terbalik pada umur 28 hari dengan variasi 0 %, dan pada penambahan 2% dengan panjang 2 cm, 4 cm, 6 cm, dan 8 cm. Mengalami penurunan setiap variasi, sehingga yang memenuhi kriteria  $f'c$  25 Mpa yaitu variasi 0 %. 2 cm, 4 cm. Variasi 6 cm, dan 8 cm mengalami penurunan dari  $f'c$  yang telah di rencanakan.



Gambar IV.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 28 Hari (MPa)

#### IV.5 Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian ini dilakukan ketika benda uji berumur 28 hari menggunakan alat mesin penekan untuk mengetahui gaya tarik belah beton maksimum pada saat menerima beban (P) dalam satuan kN.

Berikut contoh perhitungan pengujian kuat tarik belah beton ( $f_t$ ) :

Diketahui :      Diameter (d) = 15 cm      = 150 mm  
                          Panjang (l) = 30 cm      = 300 mm  
                          Beban (P) = 220 kN      = 220000 N

Penyelesaian :       $f_t = \frac{2 \times P}{\pi \times l \times d}$   

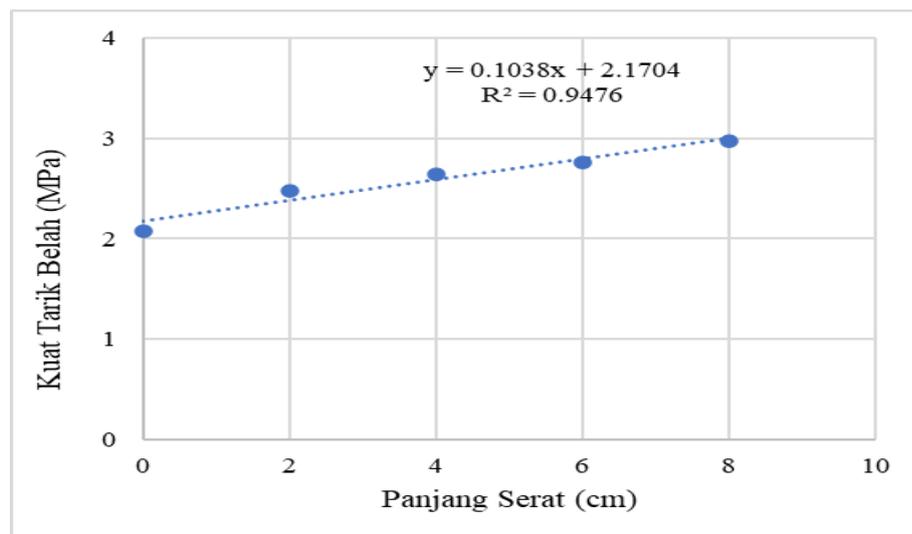
$$= \frac{2 \times 220000}{\pi \times 300 \times 150}$$
  

$$= 3,114 \text{ Mpa}$$

Tabel IV.10 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (*ft*)

Variasi	umur beton	Berat Beton	P(N)	L	D	ft	rata-rata
0% serat	28	12,48	150000	300	150	2,123	2,076
		12,54	140000	300	150	1,982	
		12,39	150000	300	150	2,123	
2% serat panjang 2 cm	28	12,58	170000	300	150	2,406	2,477
		12,55	180000	300	150	2,548	
		12,82	175000	300	150	2,477	
2% serat panjang 4 cm	28	12,72	190000	300	150	2,689	2,642
		12,95	190000	300	150	2,689	
		12,83	180000	300	150	2,548	
2% serat panjang 6 cm	28	12,94	200000	300	150	2,831	2,760
		13,00	190000	300	150	2,689	
		13,05	195000	300	150	2,760	
2% serat panjang 8 cm	29	13,11	220000	300	150	3,114	2,972
		13,16	200000	300	150	2,831	
		13,22	210000	300	150	2,972	

Dari Tabel IV.8 menunjukkan bahwa besarnya beban maksimum (P) berbanding lurus dengan besarnya nilai kuat tarik belah beton (*ft*). Dari hasil pengujian di dapatkan nilai terbesar yang di dapatkan pada variasi 8 cm dengan nilai 2,972 MPa.



Gambar IV.4 Diagram Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (*ft*)

#### IV. 6 Hubungan Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton

Hubungan antara kuat tekan beton ( $f'c$ ) dan kuat tarik belah beton ( $ft$ ) dilakukan untuk mengetahui nilai hubungan kuat tarik belah ( $ft$ ) terhadap kuat tekan beton ( $f'c$ ). Maka digunakan hubungan kuat Tarik belah dengan kuat tekan yang menurut (Istimawan D, 1994), mempunyai nilai pendekatan sekitar 0,50 – 0,60  $\sqrt{f'c}$ , dari hasil pengujian kuat tekan beton ( $f'c$ ) pada umur 28 hari. Pada variasi 2 cm, 4 cm, 6cm, dan 8 cm di dapatkan sebesar 25,289 MPa, 25,006 MPa, 24,157 MPa dan, 23,779 MPa, dan hasil pengujian kuat tarik belah beton ( $ft$ ) pada umur 28 hari pada variasi 2 cm, 4 cm, 6 cm, dan 8 cm di dapatkan nilai rata-rata sebesar 2,477 MPa, 2,642 MPa, 2,760 MPa, dan 2,972 MPa.

Tabel IV.11 Hubungan Antara Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Belah

Variasi Serat	$f'c$	Fct	$\sqrt{f'c}$	K (fct/ $\sqrt{f'c}$ )	(Neville, 1995) $ft=0,23(\sqrt{f'c})^{0,67}$
0%	26,138	2,076	5,112	0,40	2,047
2 cm	25,289	2,477	5,028	0,49	2,003
4 cm	25,006	2,642	5,001	0,52	1,988
6 cm	24,157	2,760	4,914	0,56	1,942
8 cm	23,779	2,972	4,876	0,61	1,922

Keterangan : fct = Kuat tarik belah beton  
 $f'c$  = Kuat tekan beton  
 $\sqrt{f'c}$  = Akar kuat tekan beton  
 K = Konstanta

Berdasarkan Tabel IV.9 dapat dilihat bahwa nilai pendekatan kuat tekan beton ( $f'c$ ), dengan kuat tarik belah ( $fct$ ) pada variasi panjang serat bambu 2 cm dan 8 cm, mendapatkan hasil ( $ft$ ) 0,49, dan 0,61. Nilai pendekatan ini berbeda dengan nilai pendekatan yang disebutkan oleh (Istimawan D, 1994). Sedangkan serat bambu dengan Panjang 4 cm, 6 cm dan 8 cm, sudah sesuai standar yang dimaksud oleh (Istimawan D, 1994). Kuat tarik belah tidak memiliki nilai pendekatan dari kuat tekan yang signifikan, maka digunakan hubungan kuat tarik belah dengan kuat tekan yang menurut (Istimawan D, 1994), mempunyai nilai

pendekatan sekitar  $0,50-0,60 \sqrt{f'c}$ . Dengan catatan bahwa dari berbagai pengujian kuat tarik memiliki nilai yang lebih kecil dari kuat tekan.

## **BAB V PENUTUP**

### **V.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian “Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik belah Beton” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan serat bambu dengan terhadap campuran beton mutu normal, untuk kuat tekan, semakin panjang serat bambu yang digunakan maka nilai kuat tekan beton semakin menurun, dapat dilihat dari hasil penelitian dengan variasi 2 cm dan 4 cm dibandingkan dengan beton mutu normal dengan persentase kenaikan, yaitu sebesar 1,156 %, dan 0,024 %. Sedangkan pada variasi 6 cm, dan 8 cm, mengalami penurunan yaitu sebesar -3,372 %, -4.884. Pada pengujian ini variasi dengan kenaikan terbesar yaitu 2 cm dengan nilai kenaikan sebesar 1,156 %. Untuk kuat tarik belah beton, semakin Panjang serat bambu yang digunakan maka nilai kuat tarik semakin meningkat. pada pengujian ini variasi dengan nilai terbesar yaitu 8 cm dengan nilai sebesar 2,972 Mpa.
2. Pengaruh variasi optimum pada penambahan serat bambu terhadap campuran beton normal, terdapat pada variasi penambahan 2% dengan nilai kuat tekan terbesar, yaitu pada variasi panjang 2 cm dengan nilai kuat tekan sebesar 25.289 MPa dengan kenaikan sebesar 1,156 %.

### **V.2Saran**

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian diatas, maka diajukan beberapa saran sebagai bahan pertimbangan:

1. Untuk penelitian lebih lanjut menggunakan volume serat bambu yang bervariasi.
2. Penggunaan serat bambu sebagai bahan tambah pada campuran beton bisa digunakan pada panjang maksimum 2 cm.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Junaidi, (2015): Pengaruh Serat Bambu Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton, Berkala Teknik, *Jurnal Universitas Muhammadiyah Palaembang*.
- Ade maulana, (2020): Pengaruh Penambahan Serat Bambu Dengan Variasi Rasio Dimensi Serat (L/D) Terhadap Sifat Mekanik Beton, *Jurnal Repository Ummat*
- Heryah Ramadani, (2019): Analisis Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Dengan FAS 0,4 dan FAS 0,6, *Jurnal Repository Uma*, Universitas Medan Area.
- Hidayat, M. E. (2009): Pengaruh Penambahan Serat Kulit Bambu Terhadap Sifat Mekanik Beton, *Doctoral dissertation, Riau University*.
- Indonesia, S, N. (2011): Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan. SNI, 4431, 2011.
- Johan Oberlyn simanjuntak, dkk., (2020): Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tekan Beton, *Jurnal Teknik Nommensen*.
- Kardiyono Tjokrodinuljo, (1992): *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Ma'ruf, (2015): Pengaruh Panjang Serat Kulit Bambu Terhadap Sifat Mekanik Beton, *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*.
- RC. Ningsih, (2018): Analisis Pengaruh Penambahan Serat Kulit Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan Beton, *Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil*.

- Retno Trimurtiningrum, (2018): Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Tekan Beton, *Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat*, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Sidabudar, I. R. A. & Tarigan, y. z. (2014): Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton, *Jurnal Teknik Nommensen*, 1, 65-83.
- SNI 03-1968-1990. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar.
- SNI 03-1971-2011. Metode Pengujian Kadar Air Agregat.
- SNI 03-1974-2011. Cara Uji Kuat Tekan dengan Benda Uji Silinder.
- SNI 15-2049-2004. Semen Portland.
- SNI 1969, 2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.
- SNI 1970, 2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.
- Sugianto, (2017): Studi Experimen Penambahan Campuran Abu Ampas Tebu dan Serat Bambu Pada Kuat Lekat Beton, *Jurnal Pendidikan Teknik Sipil Indonesia*.
- Tinuru, A. (2021): Pengaruh Penambahan Serat Bambu Wuling Terhadap Kuat Tekan Beton, *Doctoral Dissrtaetion*, Universitas Sintuwu Maroso.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono. 2007: *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Widjaja, E. A.; Karsono. 2004: *Keanekaragaman Bambu di Pulau Sumba*, Jurnal Biodiversi

## **LAMPIRAN**

### **LAMPIRAN A**

***(MIX DESIGN METODE SNI)***

**Hasil Uji Karakteristik agregat kasar dan halus**

<b>Agregat Kasar</b>				
<b>No.</b>	<b>Karakteristik</b>	<b>Hasil</b>	<b>Interval</b>	<b>Keterangan</b>
1	Kadar Air	0,888	0.5% - 2.0%	memenuhi
2	Kadar Lumpur	0,827	0.2% - 1.0%	memenuhi
3	Berat Jenis SSD	2,425	1.60 - 3.20	memenuhi
4	Absorpsi (Penyerapan)	0,827	0.20% - 2.00%	memenuhi
5	Berat Volume Padat	1622,143	1400 - 1900 kg/m <sup>3</sup>	memenuhi
6	Berat Volume Gembur	1542,857	1400 - 1900 kg/m <sup>3</sup>	memenuhi
7	Modulus Kehalusan	6.991	5,50 - 8,50	memenuhi

<b>Agregat Halus</b>				
<b>No.</b>	<b>Karakteristik</b>	<b>Hasil</b>	<b>Interval</b>	<b>Keterangan</b>
1	Kadar Air	3,952	3.0% - 5.0%	memenuhi
2	Kadar Lumpur	1,523	0.2% - 6.0%	memenuhi
3	Berat Jenis SSD	2.339	1.60 - 3.20	memenuhi
4	Absorpsi (Penyerapan)	1,112	0.20% - 2.00%	memenuhi
5	Berat Volume Padat	1606,918	1400 - 1900 kg/m <sup>3</sup>	memenuhi
6	Berat Volume Gembur	1400,943	1400 - 1900 kg/m <sup>3</sup>	memenuhi
7	Modulus Kehalusan	2.661	2,20 - 3,10	memenuhi

### PERENCANAAN CAMPURAN BETON (*MIX DESIGN*)

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

Adapun tahapan yang dilakukan dalam perencanaan campuran beton adalah sebagai berikut ini.

1. Menetapkan kuat tekan beton ( $f'c$ ) pada umur 28 hari

Kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari adalah 25 MPa.

2. Menetapkan nilai deviasi standar (S)

Tabel 1. Nilai Deviasi Standar untuk berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Sd (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
<b>Baik</b>	<b>4,2</b>
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Deviasi standar dihitung berdasarkan volume pembetonan yang akan dibuat dan mutu pekerjaan. Nilai deviasi standar yang digunakan dalam perencanaan campuran ini sebesar 4,2 Mpa, yaitu tingkat pengendalian mutu pekerjaan baik karena sudah menguji karakteristik agregat halus dan agregat kasar dan hasilnya telah memenuhi syarat.

3. Menghitung nilai tambah

Nilai tambah dapat dihitung dengan cara berikut ini:

$$M = 1,64 \times 4,2 = 6,888 \text{ MPa} \approx 7 \text{ MPa}$$

4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan ( $f'_{cr}$ ) sebagai berikut:

$$f'_{cr} = f'_c + M$$

$$= 25 + 7 f'_{cr}$$

$$f'_{cr} = 32 \text{ MPa}$$

5. Jenis semen yang telah ditetapkan adalah semen portland komposit yang penggunaannya tidak memakai persyaratan khusus, jadi sama seperti semen tipe 1.

6. Jenis agregat halus yang digunakan yaitu alami, menggunakan pasir sungai.

7. Jenis agregat kasar yang digunakan yaitu batu pecah clereng ukuran maksimal 20 mm.

8. Menentukan nilai faktor air semen dengan cara menggunakan grafik “hubungan antara kuat tekan rata-rata dan faktor air semen berdasarkan umur benda uji dan jenis semen” sebagai berikut ini.

- a. Perkiraan kekuatan tekan dari Tabel 2 dapat diketahui dari jenis semen, jenis agregat, bentuk benda uji yang digunakan dan umur beton pada kekuatan tekan.

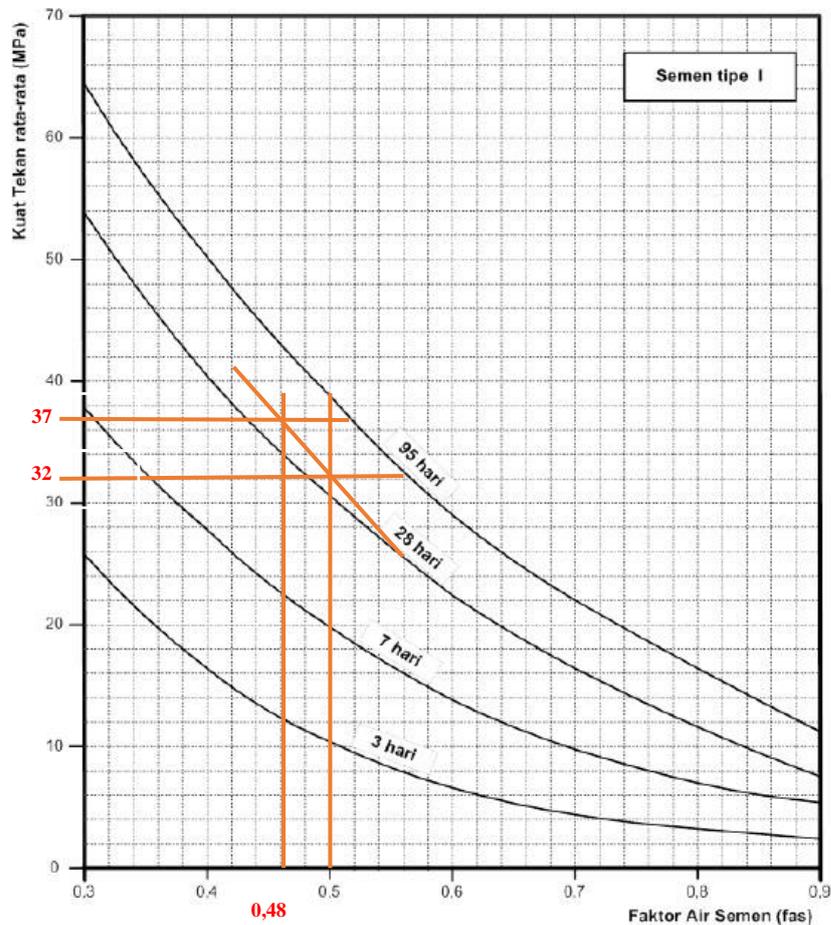
Tabel 2. Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) beton dengan faktor air semen 0,5 dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (MPa)				Bentuk Benda Uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	91	
Semen Portland Tipe 1	Batu tidak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen Tahan Sulfat Tipe II, V	Batu tidak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tidak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tidak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Dari tabel diatas didapatkan kekuatan tekannya yaitu sebesar 37 MPa.

- b. Setelah itu, lihat pada Gambar 1 yaitu tentang hubungan antara kuat tekan rata-rata dan faktor air semen dengan benda uji berbentuk silinder.
- c. Buat garis tegak lurus ke atas melalui factor air semen 0,46 sampai memotong kurva dengan warna merah, selanjutnya buat garis lurus ke kanan dari angka kuat tekan 37 MPa sampai garis tersebut menyentuh garis warna merah. dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Hubungan Antara Kuat Tekan Rata-Rata dan Faktor Air Semen

(Benda Uji Berbentuk Silinder Dengan Diameter 150 mm × Tinggi 300 mm)  
 (Sumber: SNI 03-2834-2000)

9. Menentukan nilai faktor air semen maksimum

Setelah ditentukan nilai fas dari gambar diatas, kemudian dilanjutkan dengan menentukan faktor air semen (fas) maksimum yang dapat ditentukan dari Tabel 3.

**Tabel 3.** Persyaratan fas dan Jumlah Semen Minimum Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	Jumlah Semen Minimum per m <sup>3</sup> beton (Kg)	Nilai fas Maksimum
<b>Beton di dalam ruang bangunan</b>		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,6
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
<b>Beton di luar ruangan bangunan</b>		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,6
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,6
<b>Beton masuk ke dalam tanah</b>		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Tabel 3.10
<b>Beton yang kontinu berhubungan dengan air tawar dan air laut</b>		Tabel 3.11

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Nilai faktor air semen maksimum yang didapat dari Tabel 3 adalah sebesar 0,6 yaitu jenis pembetonan di dalam ruang bangunan dengan keadaan keliling non korosif.

10. Menetapkan nilai *slump*

Tinggi *slump* perencanaan yang ditetapkan adalah sebesar 30-60 mm.

11. Menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum

Ukuran besar butir agregat maksimum yang digunakan yaitu sebesar 20 mm. Menetapkan nilai kadar air bebas Kadar air bebas dapat ditentukan dari Tabel 4, dengan menggunakan data ukuran agregat maksimum, jenis batuan, dan *slump* rencana. Setelah didapatkan hasil perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton, kemudian jumlah kebutuhan air dapat dihitung.

**Tabel 4.** Perkiraan Kebutuhan Air per Meter Kubik Beton

Ukuran Maksimum Agregat (mm)	Jenis Batuan	<i>Slump</i> (mm)			
		0 – 10	10 – 30	30 – 60	60 – 180
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

12. Menghitung kebutuhan semen

ukuran maksimum agregat sebesar 20 mm adalah sebagai berikut:

$$W_{air} = 210$$

Jumlah kebutuhan semen dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$W_{semen} = \frac{W_{air}}{fas}$$

$$= \frac{210}{0,5}$$

$$W_{semen} = 420,00 \text{ kg}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan jumlah kebutuhan semennya adalah sebesar 420,00 kg.

13. Menetapkan kebutuhan semen yang digunakan

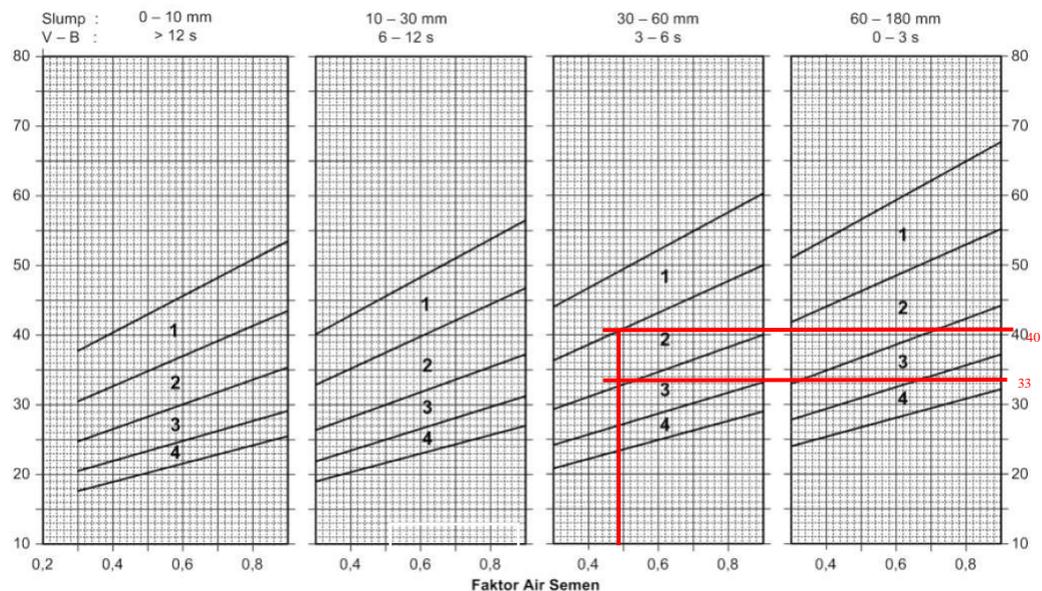
Setelah menghitung kebutuhan semen dengan persamaan tersebut, maka perlu dicari kebutuhan semen minimum dengan melihat Tabel 3. Dari tabel tersebut didapatkan nilai kebutuhan semen minimumnya adalah sebesar 275 kg. Jika kebutuhan semen yang diperoleh dari perhitungan ternyata lebih sedikit dari pada kebutuhan semen minimum berdasarkan Tabel 3, maka yang digunakan adalah kebutuhan semen dengan nilai yang terbesar dari kedua cara tersebut.

14. Menentukan persentase agregat halus dan kasar

Persentase jumlah agregat ditentukan oleh besar ukuran maksimum agregat kasar, nilai *slump*, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat halus. Untuk menentukan persentase jumlah agregat halus dapat dilihat pada Gambar 5 karena ukuran butir maksimum yang digunakan yaitu 20 mm dan *slump* yang digunakan adalah sebesar 30-60 mm. Selain itu, digunakan gradasi daerah nomor 3 yang didapatkan dari nilai presentase lolos kumulatif seperti pada table berikut:

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

- a. Tarik garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen yang sudah didapatkan sebelumnya sebesar 0,5 sampai memotong kurva bagian atas pada daerah gradasi no 3.
- b. Kemudian dari titik perpotongan batas lengkung kurva atas dan batas lengkung kurva bawah pada daerah gradasi nomor 2, ditarik garis mendatar ke kiri sampai memotong sumbu tegak.
- c. Dari penarikan garis atas dan garis bawah tersebut didapatkan angka yaitu sebesar 41 dan 33.



**Gambar 5.** Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

- d. Nilai persentase agregat halus dan agregat kasar dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$\%AH = \frac{33 + 41}{2}$$

$$\begin{aligned} &= 36\% \\ \%AK &= 100\% - \%AH \\ &= 100\% - 36\% \\ \%AK &= 64\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai persentase agregat halus (%AH) sebesar 36% dan agregat kasar (%AK) sebesar 64%.

15. Menghitung berat jenis SSD agregat gabungan.

Berat jenis SSD agregat halus dan agregat kasar dapat diketahui dari pengujian berat jenis agregat halus dan agregat kasar yang sudah dijelaskan pada pengujian karakteristik. Dari pengujian berat jenis tersebut didapatkan angka berat jenis agregat halus ( $BJ_{AH}$ ) yaitu sebesar 2,339 dan berat jenis agregat kasar ( $BJ_{AK}$ ) yaitu sebesar 2,425. Setelah didapatkan berat jenis kedua agregat tersebut, kemudian berat jenis agregat gabungan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

$$\begin{aligned} BJ_{gabungan} &= \%AH \times BJ_{AH} + \%AK \times BJ_{AK} \\ &= 36\% \times 2,339 + 64\% \times 2,425 \\ &= 2,393 \end{aligned}$$

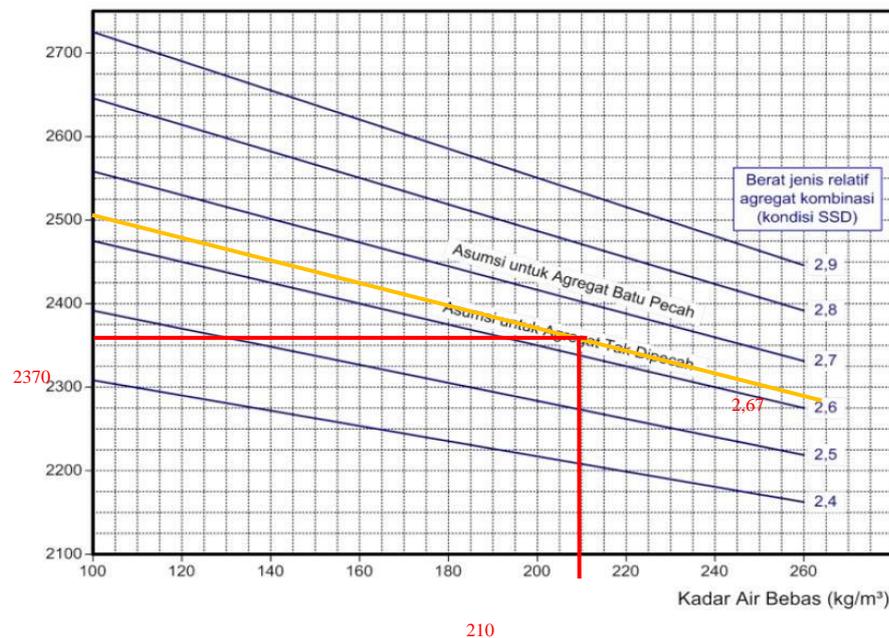
Dari perhitungan diatas didapatkan berat jenis agregat gabungannya ( $BJ_{gabungan}$ ) yaitu sebesar 2,393.

17. Menentukan berat isi beton

Berat isi beton basah ditentukan berdasarkan grafik pada Gambar 5 dengan memasukkan berat jenis agregat gabungan dan kadar air bebas.

- a. Buat kurva baru sesuai dengan berat jenis agregat gabungan secara proporsional dengan memperhatikan kurva sebelah atas dan bawahnya yang sudah ada.

- b. Lalu tarik garis tegak lurus ke atas dari nilai kadar air yang digunakan yaitu  $210 \text{ kg/m}^3$  sampai memotong kurva baru berat jenis gabungan tersebut.
- c. Kemudian dari titik potong tersebut, ditarik garis mendatar kearah kiri sampai memotong sumbu tegak.
- d. Dari penarikan garis tersebut didapatkan nilai berat isi beton adalah sebesar  $2370 \text{ kg/m}^3$ .



Gambar 6. Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan  
(Sumber: SNI 03-2834-2000)

#### 18. Menghitung proporsi campuran beton

Proporsi campuran yang dihitung adalah proporsi campuran kebutuhan material penyusun beton.

$$\begin{aligned} \text{WAH} &= (W_{\text{isi beton basah}} - W_{\text{semen}} - W_{\text{air}}) \times \% \text{AH} \\ &= (2370 - 420.00 - 210) \times 36\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 654,308 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{WAK} &= (W_{\text{isi beton basah}} - W_{\text{semen}} - W_{\text{air}}) \times \% \text{AK} \\
 &= (2370 - 420,00 - 210) \times 64\% \\
 &= 1114,092 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan berat agregat halus ( $W_{AH}$ ) adalah sebesar 654,308 g/m<sup>3</sup> dan berat agregat kasar ( $W_{AK}$ ) adalah sebesar 1114,092 kg/m<sup>3</sup>.

19. Proporsi Campuran untuk 1 m<sup>3</sup> beton:

a. Semen Portland	= 420 kg/m <sup>3</sup>
b. Air	= 210 kg/m <sup>3</sup>
c. Agregat Halus	= 654,308 kg/m <sup>3</sup>
d. Agregat Kasar	= 1114,092 kg/m <sup>3</sup>
TOTAL	= 4.200 kg/m <sup>3</sup>

Proporsi campuran beton:

a. Volume Silinder	= 0,0053	m <sup>3</sup>
b. Semen <i>Portland</i>	= 420 Kg/m <sup>3</sup> × 0,0053 m <sup>3</sup>	= 2,226 Kg
c. Air	= 210 Kg/m <sup>3</sup> × 0,0053 m <sup>3</sup>	= 1,084 Kg
d. Agregat Halus	= 654,308 Kg/m <sup>3</sup> × 0,0053 m <sup>3</sup>	= 3,468 Kg
e. Agregat Kasar	= 1114,092 Kg/m <sup>3</sup> × 0,0053 m <sup>3</sup>	= 5,905 Kg

Jumlah proporsi campuran beton adalah **12,683 Kg**

Perbandingan campuran beton adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Semen } \textit{Portland} &= \frac{2,226}{2,226} = 1 \\
 \text{Agregat Halus} &= \frac{3,468}{2,226} = 1,558 \\
 \text{Agregat Kasar} &= \frac{5,905}{2,226} = 2,653
 \end{aligned}$$

Jadi perbandingan campuran beton, semen: agregat halus : agregat kasar adalah **1 : 1,558 : 2,653**.

## **LAMPIRAN B**

**(HASIL PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT HALUS)**



**Laboratorium bahan & Konstruksi**  
**Prodi Sipil Fakultas Teknik**  
**Universitas Fajar**

Jln. Prof Abdurrahman Basalamah No.101 Makassar 90231

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS**  
**SNI 03-1970-2008**

<b>OBSERVASI I</b>			
A.	Berat Contoh SSD (Jenuh Air)	500	gram
B.	Berat Contoh Kering	494	gram
C.	Berat Piknometer + Air	662,79	gram
D.	Berat Piknometer + Air + Benda Uji SSD	958,02	gram
E.	Berat Piknometer	176,4	gram
<i>Apparent Specific Gravity</i> $= \frac{B}{B + C - D}$		2,485	
<i>Bulk Specific Gravity (Kering)</i> $= \frac{B}{C + A - D}$		2,412	
<i>Bulk Specific Gravity (SSD)</i> $= \frac{A}{C + A - D}$		2,442	
Persentase absorsi air $= \frac{A - B}{B} \times 100\%$		1,215	%

<b>OBSERVASI II</b>			
A.	Berat Contoh SSD (Jenuh Air)	500	gram
B.	Berat Contoh Kering	495	gram
C.	Berat Piknometer + Air	657,47	gram
D.	Berat Piknometer + Air + Benda Uji SSD	961,83	gram
E.	Berat Piknometer	166,51	gram
<i>Apparent Specific Gravity</i> $= \frac{B}{B + C - D}$		2,597	
<i>Bulk Specific Gravity (Kering)</i> $= \frac{B}{C + A - D}$		2,530	



Laboratorium bahan & Konstruksi  
Prodi Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Fajar  
Jln. Prof Abdurrahman Basalamah No.101 Makassar 90231

Bulk Specific Gravity (SSD)	$= \frac{A}{C + A - D}$	2,556	
Persentase absorsi air	$= \frac{A - B}{B} \times 100\%$	1,010	%

RATA-RATA			
Apparent Specific Gravity		2,514	
Bulk Specific Gravity (Kering)		2,471	
Bulk Specific Gravity (SSD)		2,499	
Persentase absorsi air		1,112	%

Mengetahui;

Kordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar

**Dwi Endang Wati, ST., M.T**  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

NIDN: 0921047802



Laboratorium bahan & Konstruksi  
Prodi Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Fajar  
Jln. Prof Abdurrahman Basalamah No.101 Makassar 90231

**PEMERIKSAAN KADAR ORGANIK DALAM AGREGAT HALUS  
SNI 03-2816-2014**

WARNA LARUTAN PASIR	DIBANDINGKAN DENGAN WARNA LARUTAN STANDAR	KET.
1	Lebih Mudah	Kandungan zat organik pada benda uji memenuhi standar yang tercantum dalam ASTM C 33

Mengetahui;

Kordinator Labororium Teknik Sipil

Universitas Fajar



Dr. Endangwati, S.T., M.T.  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

NIDN: 0921047802



Laboratorium bahan & Konstruksi  
Prodi Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Fajar  
Jln. Prof Abdurrahman Basalamah No.101 Makassar 90231

PEMERIKSAAN KADAR ORGANIK DALAM AGREGAT HALUS  
SNI 03-2816-2014

WARNA LARUTAN PASIR	DIBANDINGKAN DENGAN WARNA LARUTAN STANDAR	KET.
1	Lebih Mudah	Kandungan zat organik pada benda uji memenuhi standar yang tercantum dalam ASTM C 33

Mengetahui;

Kordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar



Dr. Endawaty, ST., M.T.  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

NIDN: 0921047802

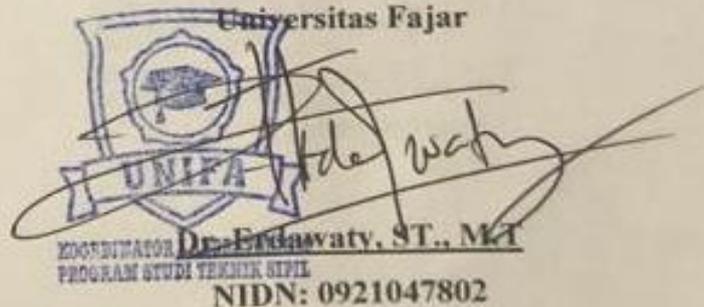
PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT HALUS  
SNI 03-4804-1998/ASTM C 188

OBSERVASI I		PADAT	GEMBUR
A.	Volume Wadah	0,00318 m <sup>3</sup>	0,00318 m <sup>3</sup>
B.	Berat Wadah	3,13 kg	3,13 kg
C.	Berat Wadah + Benda Uji	7,98 kg	7,38 kg
D.	Berat Benda Uji (C - B)	4,85 kg	4,24 kg
Berat Volume = $\frac{D}{A}$		1525,157 kg/m <sup>3</sup>	1336,478 kg/m <sup>3</sup>
OBSERVASI II		PADAT	GEMBUR
A.	Volume Wadah	0,00318 m <sup>3</sup>	0,00318 m <sup>3</sup>
B.	Berat Wadah	3,13 kg	3,13 kg
C.	Berat Wadah + Benda Uji	7,83 kg	7,48 kg
D.	Berat Benda Uji (C - B)	4,71 kg	4,35 kg
Berat Volume = $\frac{D}{A}$		1477,987 kg/m <sup>3</sup>	1367,925 kg/m <sup>3</sup>
Rata-rata Berat Volume Agregat Halus		1501,572 kg/m <sup>3</sup>	1352,201 kg/m <sup>3</sup>

Mengetahui;

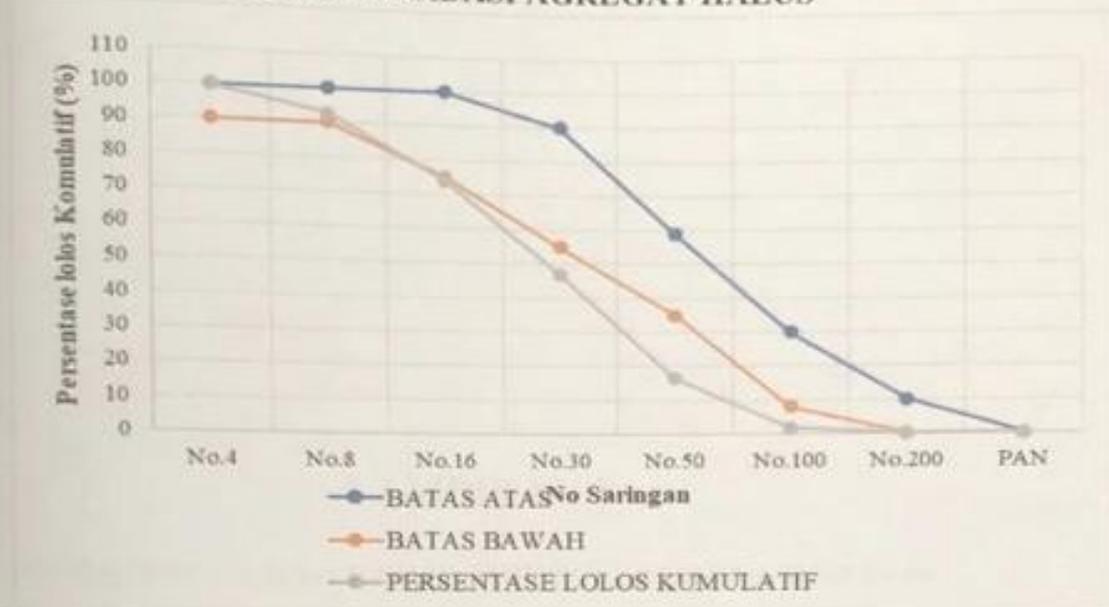
Kordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar



KOORDINATOR Dr. Enkhavaty, ST., MT  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
NIDN: 0921047802

KURVA GRADASI AGREGAT HALUS



Mengetahui;

Kordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar



**NOORDIN De. Erdawaty, ST., M.T**  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

NIDN: 0921047802

## **LAMPIRAN 3**

**(HASIL PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT KASAR)**



PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR  
SNI 03-1971-2011

OBSERVASI I		
Berat Talam (W1)	100	Gram
Berat Benda Uji Sebelum Oven (W2)	2500	Gram
Berat Benda Uji Setelah Oven + Talam (W3)	2600	Gram
Berat Benda Uji Setelah Oven (W4 = W3-W1)	2476	Gram
Kadar Air = $\frac{W2-W4}{W4} \times 100\%$	0,969	%
OBSERVASI II		
Berat Talam (W1)	110	Gram
Berat Benda Uji Sebelum Oven (W2)	2500	Gram
Berat Benda Uji Setelah Oven + Talam (W3)	2610	Gram
Berat Benda Uji Setelah Oven (W4 = W3-W1)	2480	Gram
Kadar Air = $\frac{W2-W4}{W4} \times 100\%$	0,806	%
Rata-rata Kadar Air Agregat Kasar	0,888	%

Mengetahui;

Kordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar  
  
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
**Dr. Erdawaty, ST., M.T**

NIDN: 0921047802



PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR  
SNI 03-1971-1990

OBSERVASI I			
A.	Berat Wadah	135	Gram
B.	Berat Benda Uji sebelum Oven	2500	Gram
C.	Berat Wadah + Benda Uji setelah Oven	2635	Gram
D.	Berat Benda Uji setelah Oven	4494	Gram
Kadar Lumpur I = $\frac{B - D}{B} \times 100\%$		0,241	%
OBSERVASI II			
A.	Berat Wadah	100	Gram
B.	Berat Benda Uji sebelum Oven	2500	Gram
C.	Berat Wadah + Benda Uji setelah Oven	2600	Gram
D.	Berat Benda Uji setelah Oven	2486	Gram
Kadar Lumpur II = $\frac{B - D}{B} \times 100\%$		0,563	%
Kadar Lumpur Rata-rata = $\frac{\text{Observasi I} + \text{Observasi II}}{2}$		0,402	%

Mengetahui;

Kordinator Laboratorium Teknik Sipil



UNIVERSITAS FAJAR  
KORDINATOR Dr. Erdawaty, ST., M.T  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
NIDN: 0921047802

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR  
SNI 03-4804-1998/ASTM C 188

OBSERVASI I		PADAT	GEMBUR
A.	Volume Wadah	0,014 m <sup>3</sup>	0,014 m <sup>3</sup>
B.	Berat Wadah	7,11 kg	7,11 kg
C.	Berat Wadah + Benda Uji	29,34 kg	27,23 kg
D.	Berat Benda Uji (C - B)	22,23 kg	20,12 kg
Berat Volume = $\frac{D}{A}$		1587,857 kg/m <sup>3</sup>	1437,143 kg/m <sup>3</sup>
OBSERVASI II		PADAT	GEMBUR
A.	Volume Wadah	0,014 m <sup>3</sup>	0,014 m <sup>3</sup>
B.	Berat Wadah	7,11 kg	7,11 kg
C.	Berat Wadah + Benda Uji	29,53 kg	27,34 kg
D.	Berat Benda Uji (C - B)	22,42 kg	20,23 kg
Berat Volume = $\frac{D}{A}$		1601,429 kg/m <sup>3</sup>	1445,00 kg/m <sup>3</sup>
Rata-rata Berat Volume Agregat Halus		1594,643 kg/m <sup>3</sup>	1441,071 kg/m <sup>3</sup>

Mengetahui;

Kordinator Laboratorium Teknik Sipil



HOORDEP **Dr. Erdyaty, ST., M.T**  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

NIDN: 0921047802



**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR**  
**SNI-1969-2008**

<b>OBSERVASI I</b>			
A.	Berat Contoh SSD (Jenuh Air)	2500	Gram
B.	Berat Dalam Air	1521	Gram
C.	Berat Kering Oven	2478	Gram
<i>Apparent Specific Gravity</i> $= \frac{C}{C - B}$		2,589	
<i>Bulk Specific Gravity (Kering)</i> $= \frac{C}{A - B}$		2,631	
<i>Bulk Specific Gravity (SSD)</i> $= \frac{A}{A - B}$		2,554	
Persentase absorsi air $= \frac{A - C}{C} \times 100\%$		0,888	%

<b>OBSERVASI II</b>			
A.	Berat Contoh SSD (Jenuh Air)	2500	Gram
B.	Berat Dalam Air	1533	Gram
C.	Berat Kering Oven	2476	Gram
<i>Apparent Specific Gravity</i> $= \frac{C}{C - B}$		2,626	
<i>Bulk Specific Gravity (Kering)</i> $= \frac{C}{A - B}$		2,560	
<i>Bulk Specific Gravity (SSD)</i> $= \frac{A}{A - B}$		2,585	
Persentase Absorsi Air $= \frac{A - C}{C} \times 100\%$		0,969	%



Laboratorium bahan & Konstruksi  
Prodi Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Fajar  
Jln. Prof Abdurrahman Basalamah No.101 Makassar 90231

RATA-RATA		
<i>Apparent Specific Gravity</i>	2,608	
<i>Bulk Specific Gravity (Kering)</i>	2,546	
<i>Bulk Specific Gravity (SSD)</i>	2,569	
Persentase Absorsi Air	0,929	%

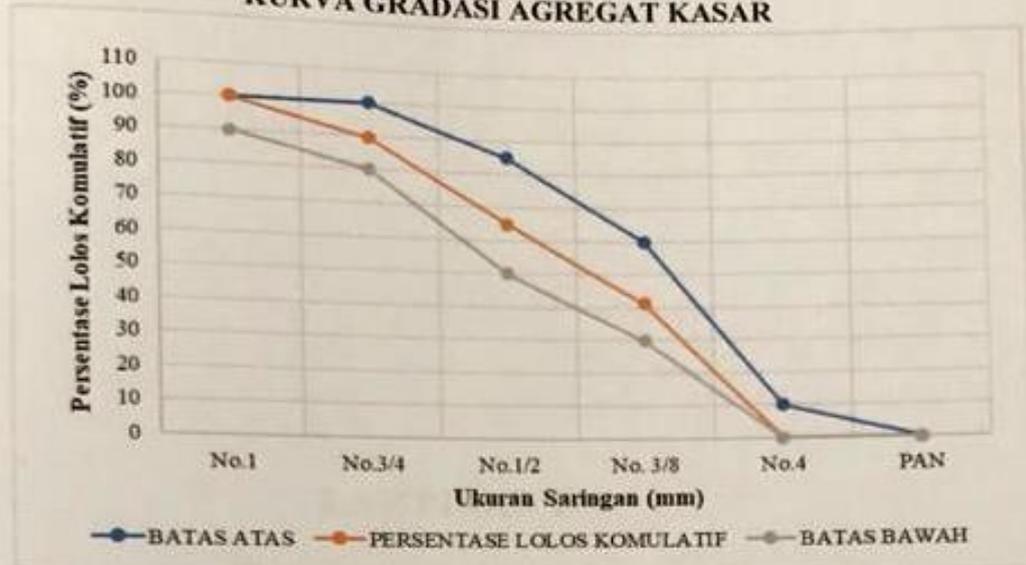
Mengetahui;  
Kordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar

KOORDINATOR **Dr. Erdayaty, ST., M.T**  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

NIDN: 0921047802

**KURVA GRADASI AGREGAT KASAR**



Mengetahui;

Kordinator Labororium Teknik Sipil

Universitas Fajar



Dr. Erdayaty, ST., M.T.  
KORDINATOR LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

NIDN: 0921047802

## **LAMPIRAN D**

**(HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN & KUAT TARIK BELAH BETON)**



HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN

NO	KODE BENDA UJI	NO SAMPEL	TANGGAL PEMBUATAN	TANGGAL PENGUJIAN	BERAT SAMPEL (kg)	KUAT TEKAN (kN)
1	0%	1	9-03-2023	8-04-2023	12,38	465
		2	9-03-2023	8-04-2023	12,64	460
		3	9-03-2023	8-04-2023	12,45	460
2	2 cm	1	10-03-2023	10-04-2023	12,64	450
		2	10-03-2023	10-04-2023	12,08	440
		3	10-03-2023	10-04-2023	12,15	450
3	4 cm	1	15-03-2023	13-04-2023	12,35	445
		2	15-03-2023	13-04-2023	12,43	440
		3	15-03-2023	13-04-2023	12,41	440
4	6 cm	1	14-03-2023	12-04-2023	12,08	430
		2	14-03-2023	12-04-2023	12,26	430
		3	14-03-2023	12-04-2023	12,20	420
5	8 cm	1	13-03-2023	11-04-2023	12,87	425
		2	13-03-2023	11-04-2023	12,98	420
		3	13-03-2023	11-04-2023	12,89	415

Mengetahui;

Kordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar



Dr. Eddawaty, ST., M.T

KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

NIDN: 0921047802



Laboratorium bahan & Konstruksi  
Prodi Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Fajar  
Jln. Prof Abdurrahman Basalamah No.101 Makassar 90231

**HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON**

NO	KODE BENDA UJI	NO SAMPEL	TANGGAL PEMBUATAN	TANGGAL PENGUJIAN	BERAT SAMPEL (kg)	TARIK BELAH (kN)
1	0%	1	9-03-2023	8-04-2023	12,38	150
		2	9-03-2023	8-04-2023	12,64	140
		3	9-03-2023	8-04-2023	12,45	150
2	2 cm	1	10-03-2023	10-04-2023	12,64	170
		2	10-03-2023	10-04-2023	12,08	180
		3	10-03-2023	10-04-2023	12,15	175
3	4 cm	1	15-03-2023	13-04-2023	12,35	190
		2	15-03-2023	13-04-2023	12,43	190
		3	15-03-2023	13-04-2023	12,41	180
4	6 cm	1	14-03-2023	12-04-2023	12,08	200
		2	14-03-2023	12-04-2023	12,26	190
		3	14-03-2023	12-04-2023	12,20	195
5	8 cm	1	13-03-2023	11-04-2023	12,87	220
		2	13-03-2023	11-04-2023	12,98	200
		3	13-03-2023	11-04-2023	12,89	210

Mengetahui;

Kordinator Laboratorium Teknik Sipil  
Universitas Fajar

Dr. Erdawaty, ST., M.T  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
NIDN: 0921047802

**LAMPIRAN E**  
**(DOKUMENTASI PENELITIAN)**



PROSES OVEN BENDA UJI



PROSES PENGUJIAN KADAR LUMPUR



PROSES MIX DESIGN



UJI SLUMP



SERAT BAMBU



UJI SLUMP



PROSES PERENDAMAN SAMPEL



PENGERINGAN BENDA UJI



PENGUJIAN SAMPEL



UJI KUAT TEKAN



UJI TARIK BELAH



SAMPEL BETON YANG TELAH DI UJI