

**PENGARUH LIMBAH TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI  
BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

**TUGAS AKHIR**

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

**Oleh**

**ABD HAMSAR**

**1720121132**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS FAJAR**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH LIMBAH TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BAHAN  
TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

Oleh:

**ABD HAMSAR**

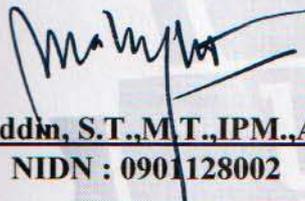
**1720121132**

Menyetujui,

Tim Pembimbing

Tanggal,...April 2022

Pembimbing I



(Ir. Mahyuddin, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.)

**NIDN : 0901128002**

Pembimbing II



(Asri Mulya Setiawan, S.T., M.T.)

**NIDN : 0921118801**

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Fajar



(Prof. Dr. Ir. Erniati, S.T., M.T.)

**NIDN : 0906107701**

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Universitas Fajar



(Fatmawaty Rachim, S.T., M.T.)

**NIDN : 0919117903**

## PERNYATAAN ORISIONALITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir :

**“Pengaruh Limbah Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton”** ini adalah karya orisinal saya dan serta seluruh sumber acuan telah ditulis sesuai dengan Panduan Penulisan Ilmiah yang berlaku diFakultas Teknik Universitas Fajar.

Makassar, April 2022

Yang menyatakan



Abd Hamsar

## ABSTRAK

**Pengaruh Limbah Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton, Abd Hamsar.** Tempurung kelapa merupakan limbah (sisa pengolahan) dari rumah tangga atau industri yang menggunakan kelapa sebagai bahan utama. Merupakan suatu tantangan untuk memanfaatkan tempurung kelapa secara optimal, apabila tempurung kelapa dapat dibuktikan secara teknis sebagai bahan/agregat untuk campuran beton, maka diharapkan dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan mempunyai nilai tambah secara ekonomi bagi masyarakat. Dalam penelitian ini tempurung kelapa dipecah menjadi serpihan dan yang tertahan saringan 3/4 sebagai bahan tambah agregat kasar yang dicampur dengan agregat halus, air dan semen. Persentase variasi tempurung kelapa yang diterapkan dalam penelitian ini adalah 0% (sebagai acuan), 5%, 10%, dan 20% dari berat agregat kasar yang digunakan. Ukuran benda uji silinder adalah diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa karakteristik beton 20 Mpa dengan penambahan tempurung kelapa dan mendapatkan variasi yang efisien melalui uji kuat tekan pada umur 14 hari. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa Penambahan tempurung kelapa pada adukan beton akan menurunkan kuat tekannya. Makin besar persentase tempurung kelapa yang ditambahkan makin besar pula penurunannya, sebesar 5% 13,54%, 10% 25,41, dan 20% 44,07. Karena ada sebagian massa/volume agregat kasar digantikan oleh volume tempurung kelapa, maka berat betonnya menjadi berkurang, sebesar 5% 1,94, 10% 6,09, dan 20% 14,40.

**Kata kunci :** *kuat tekan beton, penurunan persentase, penggabungan agregat tempurung kelapa.*

## ***ABSTRACT***

**Effect of Coconut Shell Waste As An Additive To The Compressive Strength Of Concrete, Abd Hamsar.** Coconut shell is waste (remaining processing) from households or industries that use coconut as the main ingredient. It is a challenge to optimally utilize coconut shells, if coconut shells can be proven technically as materials/aggregates for concrete mixtures, it is expected to reduce the impact of environmental pollution and have added value economically for the community. retained on a 3/4 sieve as an added material for coarse aggregate mixed with fine aggregate, water and cement. The percentages of coconut shell variations applied in this study were 0% (as a reference), 5%, 10%, and 20% of the weight of the coarse aggregate used. The size of the cylindrical specimen is 10 cm in diameter and 20 cm in height. This study aims to analyze the characteristics of 20 MPa concrete with the addition of coconut shell and to obtain an efficient variation through the compressive strength test at the age of 14 days. From the results of the study, it can be seen that the addition of coconut shell to the concrete mix will reduce its compressive strength. The greater the percentage of coconut shell added, the greater the decrease, by 5% 13.54%, 10% 25.41, and 20% 44.07. Because some of the mass/volume of coarse aggregate was replaced by coconut shell volume, the weight of the concrete was reduced, by 5% 1.94, 10% 6.09, and 20% 14.40.

***Keywords*** : compressive strength of concrete, percentage reduction, aggregate incorporation, coconut shell.

## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Anugerah dan Kasih KaruniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini berjudul “PENGARUH LIMBAH TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON” yang menjadi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi. Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang turut membimbing serta mendoakan agar terselesaikannya laporan ini. Pada kesempatan ini secara khusus mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada:

1. Kedua orang tua saya yang sangat saya cinta Abd Hamid dan Sariani yang telah memberikan doa, dukungan dan motivasi, serta pengorbanan yang sangat berharga.
2. Dr. Mulyadi Hamid, S.E.,M.SI. selaku Rektor Universitas Fajar
3. Dr. Erniati,ST.,MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar
4. Fatmawaty Rachim, ST.,MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar.
5. Ir. Mahyuddin, ST.,MT., IPM.,ASEAN.Eng.selaku pembimbing I
6. Asri Mulya Setiawan, ST.,MT selaku pembimbing II
7. Saudara seangkatan Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Angkatan 2017
8. Serta semua pihak dengan segala kerendahan hati membantu dalam penyelesaian penelitian Tugas Akhir ini.

Dengan ini penulis mengharapkan kritik dan saran dalam membangun dari berbagai pihak demi kesempurnaan penyusunan ini. Akhir kata dari penulis yaitu semoga bantuan tersebut mendapat balasan dan anugerah dari Tuhan Yang Maha Esa.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR SINGKAT DAN SIMBOL .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Tujuan Penelitian .....	3
I.4 Batasan Masalah .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
II.1 Deskripsi Beton .....	4
II.2 Keunggulan dan Kelemahan Beton .....	5
II.3 Sifat Beton .....	6
II.4 Jenis Beton .....	8
II.5 Material Penyusun Beton .....	9
II.5.1 Agregat .....	9
II.5.2 Semen <i>Portland</i> .....	11
II.5.3 Air .....	12
II.6 Bahan Tambah .....	12
II.7 Tempurung Kelapa .....	13
II.8 Pengujian Beton .....	13
II.8.1 Pengujian Kuat Tekan Beton .....	13
II.9 Perawatan Beton .....	15
II.10 Tabel Penelitian Terdahulu .....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	27
III.1 Waktu dan Lokasi .....	27

III.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	27
III.2.1 Alat .....	27
III.2.2 Bahan .....	27
III.3 Pelaksanaan Penelitian .....	28
III.3.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	29
III.3.2 Pembuatan Benda Uji .....	31
III.3.3 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji .....	32
III.5 Analisis Data .....	33
III.6 Bagan Alur Penelitian .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
IV.1 Karakteristik Material Beton .....	35
IV.1.1 Agregat Halus .....	35
IV.1.2 Agregat Kasar .....	36
IV.1.3 Penggabungan Agregat Halus dan Kasar.....	36
IV.2 Perbandingan Campuran Beton .....	36
IV.3 Slump Test .....	37
IV.4 Pengujian kuat Tekan .....	38
IV.5 Perbandingan Berat Sampel.....	39
<b>BAB V Penutup .....</b>	<b>41</b>
V.1 Kesimpulan .....	41
V.2 Saran.....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>42</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Beton Menurut Kuat Tekannya .....	6
Tabel II. 2 Berat Jenis Beton.....	7
Tabel II. 3 Batas Gradasi Agregat Halus ( <i>British Standart</i> ) .....	10
Tabel II. 4 Syarat Agregat Kasar Menurut B.S.....	11
Tabel III.1 Pengujian Agregat Halus .....	22
Tabel III. 2 Pengujian Agregat Kasar .....	23
Tabel III.3 Kode dan Jumlah Perkiraan Benda Uji.....	25
Tabel IV.1 Hasil Pengujian karakteristik Agregat Halus.....	35
Tabel IV.2 Hasil Pengujian karakteristik Agregat kasar.....	36
Tabel IV.3 Penggabungan Agregat Halus dan Kasar .....	37
Tabel IV.4 Kebutuhan Material .....	38
Tabel IV.5 Slump.....	38
Tabel IV.6 Kuat Tekan Beton Masing-masing Tipe.....	39
Tabel IV.7 Berat Beton Masing-masing Tipe .....	40

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar II.1 Tempurung Kelapa .....	11
Gambar II.2 Sketsa Pengujian Kuat Tekan Beton .....	14
Gambar II.3 Sketsa Pengujian Kuat Tarik Belah Beton .....	15
Gambar III.1 Benda Uji Silinder.....	25
Gamabr III.2 Pengujian Kuat Tekan .....	26
Gambar III.3 Bagan Alur .....	29
Gambar IV.1 Slump Test .....	31
Gambar IV.2 Grafik Pengujian Kuat Tekan .....	39

## DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

SINGKATAN	Nama	Pemakaian Pada halaman
SNI	Standar Nasional Indonesia	8
SIMBOL		
%	Persen	3
mm	Milimeter	11
kg	Kilogram	12
°C	Derajat Celcius	13
≥	Lebih Dari	13
gr	Gram	20
cm	Centimeter	21
±	Kurang Lebih	23

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengajuan Karakteristik Agregat Halus .....	45
Lampiran 1. 1 Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir) .....	45
Lampiran 1. 2 Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir).....	46
Lampiran 1. 3 Kadar Air Agregat Halus (Pasir).....	47
Lampiran 1. 4 Berat Volume Agregat Halus (Pasir) .....	48
Lampiran 1. 5 Absorpsi dan Berat Jenis Agregat Halus (Pasir) .....	49
Lampiran 1. 6 Kadar Organik Agregat Halus (Pasir) .....	51
Lampiran 2 Pengujian Karakteristik Agregat Kasar .....	52
Lampiran 2. 1 Berat Volume Agregat Kasar (Kerikil) .....	53
Lampiran 2. 2 Analisa Saringan Agregat Kasar (Kerikil) .....	54
Lampiran 2. 3 Kadar Air Agregat Kasar (Kerikil).....	55
Lampiran 2. 4 Kadar Lumpur Agregat Kasar (Kerikil) .....	56
Lampiran 2. 5 Absorpsi dan Berat Jenis Agregat Kasar (Kerikil).....	57
Lampiran 2. 6 Keausan Agregat Kasar (Kerikil) .....	58
Lampiran 3 Batas Zona Agregat Halus Dan Agregat Kasar .....	59
Lampiran 4 Mix Design Silinder .....	63
Lampiran 5 Perhitungan.....	64
Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian.....	66

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.I Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur dan kebutuhan akan tempat tinggal memacu inovasi dalam bidang rekayasa struktur, khususnya bidang teknologi bahan konstruksi. Inovasi-inovasi yang dilakukan di antaranya bertujuan untuk menghasilkan material struktur yang memiliki sifat-sifat yang baik dengan dengan metode dan biaya yang ekonomis.

Salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan adalah beton, beton merupakan salah satu bahan konstruksi pekerjaan sipil yang sangat berperan penting dalam pembangunan. Keistimewaan dari beton adalah mudah dibentuk sesuai dengan keinginan, memiliki nilai kuat tekan yang tinggi, memiliki ketahanan dalam jangka panjang dengan perawatan yang sederhana dan relatif murah karena menggunakan bahan dasar dari bahan lokal (Tjokrodimuljo, 1992). Beton merupakan salah satu material konstruksi yang terdiri dari campuran agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) sebagai bahan pengisi, serta semen dan air sebagai bahan pengikat.

Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan tingkat efisiensinya. Secara umum bahan pengisi (*filler*) beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*), dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strength*) yang sangat diperlukan dalam pembangunan suatu kontruksi.

Beton yang bermutu baik mempunyai beberapa kelebihan diantaranya mempunyai kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, dan tahan terhadap cuaca (panas, dingin, sinar matahari, hujan). Beton juga mempunyai beberapa kelemahan, yaitu lemah terhadap kuat tarik, mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu, sulit kedap air secara sempurna, dan bersifat getas (Tjokrodimuljo, 1996).

Terkadang pada daerah tertentu sangat sulit untuk mendapatkan agregat, khususnya agregat kasar dan halus sebagai bahan utama dalam pembuatan beton. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu melakukan penelitian ini dengan menggunakan batok kelapa sebagai penambahan agregat kasar dalam pembuatan beton. Selain itu, jika pemanfaatan tempurung kelapa dapat dibuktikan secara teknis sebagai bahan/agregat untuk campuran, maka diharapkan juga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan mempunyai nilai tambah secara ekonomi bagi masyarakat.

Menurut Danusaputro (1978), jika limbah dibuang terus menerus tanpa adanya pengolahan yang maksimum dapat menimbulkan gangguan keseimbangan, dengan demikian menyebabkan lingkungan tidak berfungsi seperti semula dalam arti kesehatan, kesejahteraan dan keselamatan hayati. Dengan pemanfaatan limbah berarti memberikan nilai tambah pada limbah yang semula kurang berarti, menjadi bahan yang mempunyai nilai tambah. Tidak selamanya limbah terbuang percuma, tetapi tidak sembarang limbah bisa dijadikan bahan untuk konstruksi. Limbah tidak mengandung bahan berbahaya yang bisa mengganggu kesehatan, dan unsur-unsur yang dikandungnya tidak menimbulkan reaksi yang bertentangan dengan semen sebagai bahan perekat.

Dengan penggunaan material tempurung kelapa sebagai bahan tambahan agregat kasar dalam campuran beton, diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat mekanik beton, yang terdiri dari kuat tekan beton, dan kuat tarik belah beton. Maka berdasarkan ulasan diatas, melatar belakangi penulis untuk melakukan penelitian yang berjudul “PENGARUH LIMBAH TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON”.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang diatas, beberapa rumusan masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kuat tekan beton dengan menggunakan tempurung kelapa sebagai bahan tambah?
2. Bagaimana perbandingan berat benda uji normal dengan benda uji yang menggunakan tempurung kelapa?

## **I.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kuat tekan beton dengan menggunakan tempurung kelapa sebagai bahan tambah.
2. Untuk mengetahui perbandingan berat benda uji normal dengan benda uji yang menggunakan tempurung kelapa.

## **I.3 Batasan Masalah**

Agar dapat diperoleh tinjauan yang terfokus maka dilakukan pembatasan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini. Adapun batasan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Tempurung kelapa sebagai bahan tambah agregat kasar
2. Tidak dilakukan pengujian kimiawi terhadap tempurung kelapa
3. Agregat kasar dari daerah Bili-bili dan halus dari Kabupaten Takalar.
4. Mutu beton 20 Mpa
5. Benda uji silinder beton berdimensi 10 cm x 20 cm.
6. Perendaman benda uji menggunakan air tawar.
7. Pengujian kuat tekan dilaksanakan setelah perendaman selama 14 hari.
8. Tempurung kelapa yang digunakan dipecah yang tertahan saringan 3/4
9. Tempurung kelapa yang digunakan dibersihkan dari lumpur dan dijemur hingga kering. Persentase tempurung kelapa yang digunakan adalah 0% (sebagai acuan), 5%, 10% dan 20% dari jumlah agregat kasar.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Deskripsi Beton**

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (admixture). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan.

Beton adalah suatu material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat (kasar dan halus) dan dengan atau bahan tambah (admixture) apabila diperlukan. Semen dan air membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, agregat kasar dan halus berfungsi sebagai bahan pengisi dan penguat. Variasi ukuran agregat dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik sesuai dengan standar analisa saringan dari ASTM (America Society of Testing 19 Materials). Bahan – bahan dipilih yang sesuai dengan kebutuhan yang direncanakan. Pemilihan bahan ini sendiri akan mempengaruhi konstruksi dari segi kemudahan pengerjaan (workability), karena dari segi kemudahan pengerjaan ini sendiri terdapat banyak variasi yang memenuhi yaitu dari segi kualitas, harga dan mutu beton itu sendiri.

Beton terdiri dari  $\pm 15$  % semen,  $\pm 8$  % air,  $\pm 3$  % udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbedabeda, tergantung pada cara pembuatannya. Perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, dan sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton. (Wuryati, 2001).

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (Portland cement), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan

tambah (admixture atau additive). Nawy (1985:8) mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya.

## **II.2 Keunggulan dan Kelemahan Beton**

Menurut (Tjokrodinuljo, 2007) beton memiliki kelebihan yaitu sebagai berikut:

1. Harganya relatif murah karena menggunakan bahan dasar yang mudah didapat.
2. Termasuk material yang tahan lama, tahan aus, tahan panas, dan tahan korosi oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan lebih murah.
3. Memiliki kuat tekan yang cukup tinggi. Oleh karena itu jika digabungkan dengan baja tulangan dengan kuat tarik yang tinggi sehingga menjadi struktur yang tahan tarik dan tekan. Maka struktur beton bertulang tersebut dapat diaplikasikan sebagai pondasi, kolom, balok, dinding, trotoar, lapangan terbang, waduk, pelabuhan, bendungan, dan sebagainya.
4. Mudah diproses atau dikerjakan, karena beton mudah dicetak sesuai bentuk dan ukuran yang diinginkan. Cetakan beton dapat digunakan berkali-kali, sehingga secara ekonomis lebih murah.

Walaupun beton memiliki banyak kelebihan, namun beton juga memiliki beberapa kekurangan, menurut (Tjokrodinuljo, 2007) kekurangan beton yaitu sebagai berikut:

1. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya bermacam-macam.
2. Beton mempunyai beberapa kelas kekuatannya sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaan bermacam-macam pula.
3. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya, misalnya dengan memberikan baja tulangan, serat baja dan sebagainya agar memiliki kuat tarik yang tinggi.

### II.3 Sifat Beton

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) beton memiliki beberapa sifat yang dimiliki beton dan sering di pergunakan untuk acuan adalah sebagai berikut ini:

#### 1. Kekuatan

Beton bersifat getas sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Oleh karena itu kuat tekan beton sangat berpengaruh pada sifat yang lain.

Tabel II. 1 Beton menurut kuat tekannya

<b>Jenis Beton</b>	<b>Kuat tekan (MPa)</b>
Beton sederhana	Sampai 10 MPa
Beton normal	15 – 30 MPa
Beton pra tegang	30 – 40 MPa
Beton kuat tekan tinggi	40 – 80 MPa
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80 MPa

Sumber: Teknologi Bahan (Tjokrodimulji, 2007)

#### 2. Berat Jenis

Tabel II.2 menjelaskan mengenai berat jenis beton yang digunakan untuk kontruksi bangunan.

Tabel II. 2 Berat jenis beton

<b>Jenis Beton</b>	<b>Berat Jenis</b>	<b>Pemakaian</b>
Beton sangat ringan	< 1,00	Non struktur
Beton ringan	1,00 – 2,00	Struktur ringan
Beton normal	2,30 – 2,40	Struktur
Beton berat	> 3,00	Perisai sinar X

Sumber: Teknologi Bahan (Tjokrodimuljo, 2007)

3. Modulus Elastisitas Beton

Modulus Elastisitas Beton tergantung pada modulus elastisitas agregat dan pastanya. Persamaan modulus elastisitas beton dapat diambil sebagai berikut (Tjokrodinuljo,2007)

$$Ee = (We)^{1,5} \times 0,043 \sqrt{f'c} \text{ untuk } We = 1,5-2,5 \dots\dots\dots (2.1)$$

$$Ee = \sqrt{4700/f'c} \text{ untuk beton normal} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

$Ee$  = Modulus Elastisitas Beton (MPa)

$We$  = Berat jenis beton

$F'c$  = Kuat tekan beton (MPa)

4. Susutan Pengerasan

Volume beton setelah keras sedikit lebih kecil dari pada volume beton waktu masih segar, karena pada waktu mengeras beton mengalami sedikit penyusutan karena penguapan air. Bagian yang susut adalah pastanya karena agregat tidak merubah volume. Oleh karena itu semakin besar pastanya semakin besar penyusutan beton. Sedangkan pasta semakin besar faktor air semennya maka semakin beasar susutannya.

5. Kerapatan Air

Pada bangunan tertentu sering beton diharapkan rapat air atau kedap air agar tidak bocor, misalnya: plat lantai, dinding basement, tandon air, kolam renang dan sebagainya.

**II.4 Jenis Beton**

Pada umunya beton sering digunakan sebagai struktur dalam konstruksi suatu bangunan. Dalam teknik sipil, beton digunakan untuk bangunan fondasi, kolom, balok dan pelat. Menurut Mulyono (2005). terdapat beberapa jenis beton yang dipakai dalam konstruksi suatu bangunan yaitu sebagai berikut:

1. Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat normal,
2. Beton bertulang adalah beton yang menggunakan tulangan dengan jumlah dan luas tulangan tanpa pratekan dan direncanakan berdasarkan asumsi

bahwa kedua material bekerja secara bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja,

3. Beton pracetak adalah beton yang elemen betonnya tanpa atau dengan tulangan yang dicetak di tempat yang berbeda dari posisi akhir elemen dalam struktur,
4. Beton pratekan adalah beton dimana telah diberikan tegangan dalam bentuk mengurangi tegangan tarik potensial dalam beton akibat pemberian beban yang bekerja,
5. Beton ringan adalah beton yang memakai agregat ringan atau campuran antara agregat kasar ringan dan pasir alami sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m<sup>3</sup> kering udara dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik beton ringan untuk tujuan struktural.

## **II.5 Material Penyusun**

Bahan penyusun beton meliputi air, semen portland, agregat kasar dan halus serta bahan tambah, di mana setiap bahan penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda. Sifat yang penting pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) serta umur beton (Tjokrodinuljo, 1996).

### **II.5.1 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 semen hidraulik atau adukan. Agregat diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran

secara alamiah melalui proses pelapukan dan aberasi yang berlangsung lama. Atau agregat dapat juga diperoleh dengan memecah batuan induk yang lebih besar.

Mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton.

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini terdiri sebanyak 70% dari volume mortar atau beton. Pemilihan agregat merupakan bagian yang sangat penting karena karakteristik agregat akan sangat mempengaruhi sifat-sifat mortar atau beton (Tjokrodinuljo, 1996).

Faktor yang perlu diperhatikan adalah gradasi atau distribusi ukuran butir agregat, karena bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang seragam berakibat volume pori lebih besar tetapi bila ukuran butirnya bervariasi maka volume pori menjadi kecil. Hal ini disebabkan butir yang lebih kecil akan mengisi pori di antara butiran yang lebih besar. Agregat sebagai bahan penyusun beton diharapkan mempunyai kemampuan yang tinggi, sehingga volume pori dan bahan pengikat yang dibutuhkan lebih sedikit.

#### a. Agregat Halus

Agregat dikatakan sebagai agregat halus jika besar butirannya kurang lebih sebesar 4,75 mm (ASTM C33). Di dalam SNI 03- 2834-2000 dikatakan bahwa agregat halus merupakan pasir alam yang berasal dari hasil desintegrasi batuan atau pasir secara alami yang mempunyai ukuran butir sebesar 5,0 mm.

SK. SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari British Standard di Inggris. 28 Agregat halus dikelompokkan dalam empat zone (daerah) seperti dalam Tabel II.3.

Tabel II.3 Batas Gradasi agregat halus (*British Standard*)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir yang Lewat Ayakan			
	I	II	III	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

Sumber : Ir. Tri Mulyono, MT 2003

Keterangan	Daerah Gradasi I	pasir kasar
	Daerah Gradasi II	pasir agak kasar
	Daerah Gradasi III	pasir halus
	Daerah Gradasi IV	pasir agak halus

b. Agregat Kasar

Agregat adalah suatu butiran alami atau buatan yang dipergunakan sebagai bahan pengisi beton dan mengisi hampir 70 % dari volume beton (Yudianto, 2011). Agregat kasar adalah berasal dari batu alam yang dipecah sehingga menjadi sedemikian rupa melalui industri pemecah batu dan mempunyai ukuran berkisar antara 5 mm–40 mm (SNI 03-2834-2000). Menurut British Standard (B.S), gradasi agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang 27 baik sebaiknya masuk dalam batas, batas yang tercantum dalam Tabel II .4.

Tabel II. 3 Syarat agregat kasar Menurut B.S

Ukuran Saringan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan Besar Butir Maks		
	40 mm	20 mm	12,4 mm
40	95 – 100	100	100
20	30 – 70	95 – 100	100
12,5	-	-	90 - 100
10	10 - 35	25 – 55	40 – 85
4,8	0 - 5	0 – 10	0 – 10

Sumber : Ir. Tri Mulyono, MT, 2003

### II.5.2 Semen Portland

Pedoman SNI, 15-2049-.,2004, semen Portland merupakan semen hidrolis yang didapat dengan cara menggiling terak (Klinker) portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat ( $x\text{CaO}.\text{SiO}_2$ ) yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk senyawa kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4.x\text{H}_2\text{O}$ ) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Semen berfungsi sebagai bahan pengikat yang banyak digunakan dalam konstruksi beton.

Hidrolis berarti bisa bereaksi dengan air, senyawa yang bersifat hidrolis akan bereaksi dengan air secara cepat. Semen portland bersifat hidrolis karena di dalamnya terkandung kalsium silikat ( $x\text{CaO}.\text{SiO}_2$ ) dan kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4.x\text{H}_2\text{O}$ ) yang bersifat hidrolis dan sangat cepat bereaksi dengan air.

### II.5.3 Air

Air merupakan bahan penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen, yang juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran-butiran agregat agar dapat dikerjakan dan dipadatkan. Proses hidrasi dalam beton segar membutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen yang digunakan. Dalam kenyataan, jika nilai faktor air semen kurang dari 35%, beton segar

menjadi tidak dapat dikerjakan dengan sempurna, sehingga setelah mengeras beton yang dihasilkan menjadi keropos dan memiliki kekuatan yang rendah. Kelebihan air dari proses hidrasi diperlukan untuk syarat-syarat kekentalan (*consistency*), agar dapat dicapai suatu kelecakan (*workability*) yang baik. Kelebihan air ini selanjutnya akan menguap atau tertinggal di dalam beton yang sudah mengeras, sehingga menimbulkan pori-pori (*capillary pores*).

## **II.6 Bahan Tambah**

Bahan tambah yaitu bahan selain unsur pokok pada beton (air, semen dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, baik sebelum, segera atau selama pengadukan beton dengan tujuan mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Fungsi-fungsi bahan tambah antara lain: mempercepat pengerasan, menambah kelecakan (*workability*) beton segar, menambah kuat tekan beton, meningkatkan daktilitas atau mengurangi sifat getas beton, mengurangi retak-retak pengerasan dan sebagainya. Bahan tambah diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang berakibat memperburuk sifat beton (Tjokodimuljo, 1996). Bahan tambah menurut maksud penggunaannya dibagi menjadi dua golongan yaitu admixtures dan additives.

Admixtures ialah semua bahan penyusun beton selain air, semen hidrolis dan agregat yang ditambahkan sebelum, segera atau selama proses pencampuran adukan di dalam batching, untuk merubah sifat beton baik dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Definisi additive lebih mengarah pada semua bahan yang ditambahkan dan digiling bersamaan pada saat proses produksi semen (Taylor, 1997).

Dalam penelitian ini, penulis akan menggunakan bahan tambahan batok kelapa didapatkan dari pasar-pasar.

## II.7 Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa terletak dibagian dalam kelapa setelah sabut. tempurung kelapa merupakan bagian keras dengan ketebalan 3 mm sampai 5 mm. Sifat kerasnya disebabkan oleh banyaknya kandungan silikat ( $\text{SiO}_2$ ) yang terdapat pada tempurung. Dari berat total buah kelapa, antara 15-19% merupakan berat tempurungnya. Selain itu juga banyak mengandung lignin. Sedangkan kandungan methoxyl dalam tempurung kelapa hampir sama dengan yang terdapat kayu. pada umumnya nilai kalor yang terkandung dalam tempurung kelapa adalah berkisar antara 18,200 hingga 19,388,05 kJ/kg (Palungkun, 1999).

Buah kelapa mempunyai hasil sampingan berupa tempurung yang dapat diolah menjadi arang. namun, selama ini tempurung kelapa hanya digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak atau dibiarkan sebagai limbah. untuk meningkatkan nilai tambah produk kelapa, perlu dilakukan upaya pemanfaatan tempurung kelapa untuk diolah menjadi arang, mengingat kebutuhan tempurung kelapa cenderung meningkat sebagai bahan baku pembuatan arang aktif (Hadi, 2011).

Arang aktif atau sering juga disebut karbon aktif adalah jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang besar (500 m<sup>2</sup> /g). Hal ini dicapai dengan proses peningkatan karbon, baik secara kimia maupun fisik. Pengaktifan juga bertujuan untuk meningkatkan kemampuan absorpsi karbon aktif. Arang aktif digunakan dalam berbagai jenis industri sebagai absorben dan untuk kegunaan lainnya

Tempurung kelapa memiliki kadar air mencapai  $\pm 8\%$ , Jika dihitung berdasarkan berat kering atau setara dengan 12% dari berat 6 kelapa. sedangkan abu merupakan komposisi terendah yang terdapat pada tempurung.



Gambar II.1 Tempurung Kelapa

## II.8 Pengujian Beton

Bahan – bahan dipilih yang sesuai dengan kebutuhan yang direncanakan. Pemilihan bahan ini sendiri akan mempengaruhi konstruksi dari segi kemudahan pengerjaan (workability), karena dari segi kemudahan pengerjaan ini sendiri terdapat banyak variasi yang memenuhi yaitu dari segi kualitas, harga dan mutu beton itu sendiri.

### II.8.1 Pengujian Kuat Tekan Beton

SNI 03-1974-2011 memberikan pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini sebagai pengujian kuat tekan beton berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Nilai kuat tekan beton dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

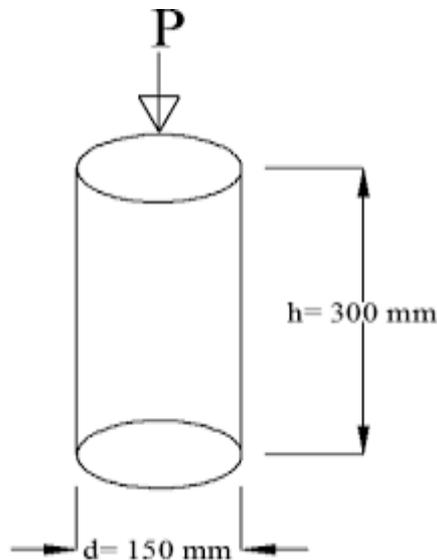
$$f^c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

$f^c$  = kuat tekan (MPa)

P = beban maksimum yang bekerja, terbaca dalam alat uji (N)

A = luas penampang (mm<sup>2</sup>)



Gambar II.2 Sketsa pengujian kuat tekan beton

## II.9 Perawatan Beton

Perawatan Beton merupakan langkah terakhir dalam pekerjaan beton, dengan menjaga kelembapan permukaan beton sejak saat dibuat hingga proses hidrasi benar-benar sempurna kisaran  $\pm 28$  hari. Ini memastikan proses hidrasi semen (reaksi semen dan air) berjalan dengan lancar. Jika hal ini tidak dilakukan maka hawa panas akan menguapkan air dari permukaan beton dingin, maka air dari beton dingin akan mengalir keluar dan beton dingin kekurangan air untuk hidrasi menjadi menimbulkan munculnya retakan pada beton. permukaan. (Tjokrodimuljo, 2007)

Perawatan beton (curing) dilakukan setelah beton mencapai final setting, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan ini dilakukan minimal selama 7 hari dan untuk beton berkekuatan awal tinggi minimal 3 hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab

Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tapi juga untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedap terhadap air, ketahanan terhadap aus dan stabilitas dari dimensi struktur.

Perawatan tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut (Mulyono, 2004):

1. Menaruh beton segar dalam ruangan yang lembab
2. Menaruh beton segar dalam genangan air
3. Menaruh beton segar dalam air
4. Menyelimuti permukaan beton dengan air
5. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah
6. Menyirami permukaan beton secara kontinyu
7. Melapisi permukaan beton dengan air dengan melakukan compound

## II.10 Penelitian Terdahulu

Tabel II.5 Penelitian terdahulu

No	Penulis/Judul>Nama Jurnal/Nomor/Tahun	Tujuan Penelitian	Parameter yang di Uji	Varian Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Akbar / Penggunaan tempurung kelapa terhadap kuat tekan beton k-100 / 2013	Menganalisa karakteristik beton k-100 dengan penambahan tempurung kelapa dan uji kuat tekan beton apa umur 7 hari	Kuat tekan beton	Variasi penelitian tempurung kelapa yang diterapkan dalam penelitian ini adalah 0%, 5%, 7%, 9%, 11%, 13%, dan 15%.	Perhitungan ( <i>Mix Design</i> ) menggunakan SNI 03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal) dengan umur beton rencana 7, 14, dan 28 hari, setelah itu dilakukan pengujian kuat tarik.	Penambahan tempurung kelapa terhadap campuran beton meningkatkan kuat tekan beton untuk penambahan 5% tempurung kelapa dari berat agregat kasar.

2	Dedi Immanuel Pau / Kompresif karakteristik beton dengan sekam padi dan tempurung kelapa sebagai pengganti agregat halus dan agregat kasar. / 2018	Untuk meningkatkan kuat tekkan beton	Kuat tekan beton	Variasi komposisi sekam padi dan tempurung kelapa 10%, 20%, 30%, dan 50%.	Perhitungan <i>Mix Design</i> menggunakan <i>American Concrete Institute (ACI)</i> dengan umur rencana beton 7 dan 28 hari, setelah itu melakukan pengujian kuat tekan beton. Kemudian analisis data	Penggunaan sekam padi dan tempurung kelapa sebagai pengganti agregat kasar dan halus dalam campuran beton berpengaruh terhadap kuat tekan, semakin besar persentase penggantian maka semakin kecil nilai kuat tekan yang dihasilkan.
---	--	--------------------------------------	------------------	---	--	--

3	Nawati / Pengaruh tempurung kelapa sebagai bahan tambah terhadap agregat kasar dalam campuran beton normal	Pengaruh tempurung kelapa terhadap nilai kuat tekan beton dalam campuran beton normal	Kuat tekan beton	Variasi tempurung kelapa yang digunakan dalam campuran beton normal adalah 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% terhadap berat agregat kasar (batu pecah 1/2)	Perencanaan campuran (Mix Design) pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2834-2000 untuk beton normal karena tempurung kelapa sebagai bahan tambah terhadap agregat halus.	Didapatkan bahwa penambahan tempurung kelapa sebesar 2,5% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 7,7% dari beton normal.
---	--	---	------------------	--	---	---

4	<p>Syafrin Muwardin / Pengaruh Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Perendaman Air Laut, Air tawar, Air Sungai, dan Air Kapur.</p>	<p>Untuk mengetahui kuat tekan maksimum pada tiap variasi air perendaman</p>	<p>Kuat tekan beton</p>	<p>Variasi perendaman Air Laut, Air Tawar, Air Sungai, dan Air Kapur.</p>	<p>Perhitungan <i>Mix Design</i> menggunakan <i>SNI 03-2847-2002</i> dengan umur rencana beton 28 hari, setelah itu melakukan pengujian kuat tekan beton. Kemudian analisis data</p>	<p>Hasil uji kuat tekan maksimum dari tiap variasi air perendaman air sungai sebesar 24,06 N/mm<sup>2</sup>, perendaman air tawar sebesar 21,14 N/mm<sup>2</sup>, perendaman air kapur sebesar 21,29 N/mm<sup>2</sup>, dan perendaman air laut sebesar 23,27 N/mm<sup>2</sup>.</p>
---	---	--	-------------------------	---	--	--

5	Samsuddin Ali / Analisis kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah / 2011	Pengaruh penambahan abu tempurung kelapa tersebut cukup baik sebagai bahan tambah	Kuat tekan dan tarik belah beton	Variasi abu tempurung kelapa yang digunakan dalam campuran beton normal adalah 0%, 20%, 40%, dan 60% dari berat agregat halus.	Perencanaan campuran (Mix Design) pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2834-1990 pada umur beton 28 hari untuk beton normal karena tempurung kelapa sebagai bahan tambah terhadap agregat halus.	Dengan penambahan abu tempurung kelapa kedalam campuran beton dapat meningkatkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton dari kondisi normal sampai kondisi maksimum pada persentase 20%.
---	--	---	----------------------------------	--	---	---

6	Fitrasari Potabuga / Pengaruh Pemanfaatan tempurung Kelapa sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar pada Beton Mutu 20 Mpa. / 2018	Untuk mengetahui pemanfaatan tempurung kelapa terhadap kuat tekan beton mutu 20 Mpa.	Kuat tekan beton	Variasi komposisi pengganti agregat kasar tempurung kelapa 0%, 5%, 10%, dan 15%.	Perhitungan <i>Mix Design</i> menggunakan <i>Standar Nasional Indonesia (SNI)</i> pada umur beton 7,14,28 hari	Hasil kuat tekan dalam penelitian ini tempurung kelapa ditinjau dari kuat tekan tidak mengalami peningkatan, dan kuat tekan terendah terdapat pada beton yang menggunakan campuran 15% sebesar 12,87 Mpa.
---	---	--	------------------	--	--	---

7	Lalu Mochamad Wahyu Ramdani / Pengaruh Penggunaan Batok Kelapa sebagai Bahan pengganti sebagian Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik beton / 2020	Untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan batok kelapa sebagai bahan tambah beton normal terhadap sifat fisik beton segar (slump)	Kuat tekan beton, kuat tarik belah, dan kuat geser beton	Variasi tempurung kelapa yang digunakan dalam campuran beton normal adalah 0%, sebagai acuan 2,5%, 5%, 10%, dan 20% terhadap berat agregat kasar (batu pecah 1/2) dalam campuran beton.	Perencanaan campuran (Mix Design) pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-7656-2012 untuk beton rencana 20 Mpa.	Kuat tekan beton tertinggi pada beton proporsi 2,5% dengan nilai sebesar 25,274 Mpa, untuk kuat tarik belah beton tertinggi pada proporsi 0% dengan nilai sebesar 4,132 Mpa sedangkan hasil kuat geser beton tertinggi pada proporsi 5% dengan nilai sebesar 19,506 Mpa.
---	---	--	--	---	---	--

8	Yusac Triwikal / Pengaruh Penggunaan tempurung Kelapa sebagai Pengganti Agregat kasar pada beton Normal. / 2022	Untuk meningkatkan kuat tekkan beton	Kuat tekan beton	Variasi komposisi tempurung kelapa 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5%.	Perhitungan <i>Mix Design</i> menggunakan <i>American Concrete Institute (ACI)</i> dengan umur rencana beton 28 hari, dan mutu beton rencana 25 Mpa setelah itu melakukan pengujian kuat tekan beton. Kemudian analisis data	Dari hasil penelitian didapat nilai kuat tekan beton normal sebesar 27,689 Mpa pada umur 28 hari, didapat hasil kuat tekan semakin besar variasi tempurung kelapa pada beton maka kuat tekan beton akan semakin menurun.
---	---	--------------------------------------	------------------	--	--	--

9	Arief Tri Setiawan / Pemanfaatan Abu Arang batok kelapa Sebagai Bahan Pengisi pada Campuran Baton terhadap Kuat Tekan Beton / 2018.	Pengaruh dari abu arang batok kelapa sebagai bahan pengisi pada campuran beton.	Kuat tekan beton	Variasi abu arang batok kelapa yang digunakan dalam campuran beton normal adalah 0%, 5%, 7%, ,9% dan 11% dari volume agregat halus.	Perencanaan campuran (Mix Design) pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2834-2000, perendaman selama 14 hari dan 28 hari sebanyak 50 kubus terdiri dari 5 variasi.	Hasil dari penelitian diperoleh penurunan nilai slump pada adukan beton yang terlalu banyak menggunakan abu arang batok kelapa. Beton dengan arang abu batok kelapa yang banyak memiliki berat volume yang kecil. Hasil dari pengujian kuat tekan beton dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kuat tekan beton mengalami penurunan.
---	---	---	------------------	---	--	--

10	Muhammad Dian Ardhiansyah / Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Beton dan daya Serap Beton. / 2018	Penambahan serat sabut kelapa dalam campuran beton terhadap peningkatan nilai kuat tekan.	Kuat tekan beton	Persentase serat sabut kelapa yang digunakan adalah 0%, 0,125%, dan 0,2% dari berat beton normal yang berupa potongan kecil dengan panjang serat sabut kelapa 3cm, 6cm, dan 9cm.	Perencanaan campuran (Mix Design) pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2834-2000 untuk perencanaan beton 25 Mpa pada umur 28 hari kemudian beton dikeringkan selama 2 hari.	Hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa penambahan serat sabut kelapa pada campuran beton dengan persentase dan panjang serat yang berbeda dapat meningkatkan kuat tekan beton dari kuat tekan awal sebesar 25 Mpa, Namun kuat tekan rencana sebesar 37 Mpa tidak dapat dicapai.
----	---	---	------------------	--	--	--

## **BAB III**

### **METODELOGI PENELITIAN**

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

Penelitian di laksanakan selama  $\pm$  tiga bulan. Lokasi penelitian ini dilakukan dilaboratorium Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar Makassar Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah (ex Racing Center) No. 101, Karampuang, Panakukang Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia.

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

Peralatan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Timbangan dengan kepekaan 0,1 gr dan 0,5 gr.
2. Oven (pengering agregat) dengan pengaturan suhu ( $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ).
3. Satu set saringan (ayakan) agregat dengan ukuran #3/4, #1/2, #3/8, #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200, pan.
4. Mesin penggetar saringan agregat.
5. Mesin pencampur bahan beton (*Mixer Concrete*).
6. Alat pengujian slump test (Kerucut Abrams).
7. Silinder dengan ukuran 10 cm x 20 cm
8. Mesin pengujian kuat tekan dan kuat tarik.
9. Alat bantu lainnya yang digunakan yaitu:
  - a. Talam yang digunakan sebagai tempat untuk menyimpan bahan-bahan atau agregat saat pengujian karakteristik agregat.
  - b. Sendok semen digunakan sebagai alat untuk mengaduk campuran beton segar.
  - c. Botol ukur dengan kapasitas 2000 ml dan kapasitas 70 ml untuk penakaran air.
  - d. Kuas digunakan untuk membersihkan sisa-sisa bahan yang terdapat pada alat-alat yang telah digunakan.
  - e. Bak perendam digunakan sebagai tempat untuk merendam beton.

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Semen *Portland* (PC).
2. Agregat yang terdiri dari agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) sesuai dengan standar SNI 03-2491-2002 dan SNI 03-2491-2002
3. Air tawar.
4. Bahan tambah (*Tempurung Kelapa*).

### **III.3 Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimental sehingga penelitian ini harus dilaksanakan dengan cara sistematis yang jelas dan terarah agar diperoleh hasil yang baik dan dapat dipertanggung jawabkan. Pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa langkah pekerjaan. Dimulai dari penyiapan material, pemeriksaan material, penetapan komposisi campuran, pembuatan benda uji, perawatan, hingga pengujian benda uji. Tahapan-tahapan ini dilaksanakan berdasarkan standar peraturan pengerjaan beton disesuaikan dengan kondisi laboratorium.

#### **III.3.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian**

1. Tahap I (Tahap Persiapan)

Alat dan bahan material yang akan digunakan dipersiapkan agar penelitian berjalan dengan lancar dan sesuai dengan yang telah direncanakan..

2. Tahap II (Pengujian Karakteristik)

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian bahan penyusun beton berupa agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir). Dari pengujian ini, kemudian didapatkan hasil apakah material yang akan dipakai memenuhi syarat atau tidak.

- a. Pengujian agregat halus (pasir)

Pada pengujian agregat halus mengacu pada SNI Tabel 3.1 disajikan pengujian agregat halus.

Tabel III. 1 Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi
1	Kadar Lumpur (%)	0,20 – 5
2	Kadar Air (%)	3 – 5
3	Berat Volume Kondisi Lepas (Kg/Lt) Kondisi Padar (Kg/Lt)	1,40 – 1,90 1,40 – 1,90
4	Berat Jenis Bj. Nyata (Gr) Bj. Dasar Kering (Gr) Bj. Kering Permukaan (Gr) Absorpsi (%)	1,60 – 3,30 1,60 – 3,31 1,60 – 3,32 0,20 - 2
5	Modulus Kehalusan	2,30 – 3,10
6	Kadar Organik	< No.3

Sumber: Standar Nasional Indonesia

b. Pengujian agregat halus (pasir)

Pada pengujian agregat kasar mengacu pada SNI Tabel 3.2 disajikan pengujian agregat kasar.

Tabel III. 2 Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi
1	Kadar Lumpur (%)	Maks. 1
2	Kadar Air (%)	0,50 -2
3	Berat Volume Kondisi Lepas (Kg/Lt) Kondisi Padar (Kg/Lt)	1,60 – 1,90 1,60 – 1,90
4	Berat Jenis Bj. Nyata (Gr) Bj. Dasar Kering (Gr) Bj. Kering Permukaan (Gr) Absorpsi (%)	1,60 – 3,33 1,60 – 3,34 1,60 – 3,35 Maks. 4
5	Modulus Kehalusan	6 – 7,10
6	Kadar Organik	Maks. 50

Sumber: Standar Nasional Indonesia

3. Tahap III (Mix Design)

Pada proses ini dilakukan perencanaan pembuatan beton segar sesuai dengan persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2834-2000 Untuk beton eksisting nya dan untuk beton SCC mengacu pada persyaratan EFNARC tentang metode mix desain.

4. Tahap IV (Pembuatan benda uji)

Pada fase pembuatan sampel uji ini akan dipakai proses pencampuran beton segar dan dilakukan berdasarkan hasil nilai dari perencanaan *Mix Design*.

5. Tahap V (*Curing* atau perawatan pada beton)

Pada tahap ini, peneliti akan melakukan *Curing* atau perawatan pada air tawar, perawatan dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan dengan cara di rendam dalam air dilakukan selama 14 hari pada benda uji.

6. Tahap VI (Tahap pengujian benda uji)

Pada proses ini dilakukan uji kuat tekan beton pada benda uji. Pengujian kuat tekan beton di uji pada umur 14 hari, dilakukan pada Laboratorium Sipil Universitas fajar.

7. Tahap VII (Tahap kesimpulan)

Pada tahap ini dilakukan suatu kesimpulan berdasarkan data yang telah dianalisis dan dikumpulkan yang berhubungan dengan tujuan penelitian ini.

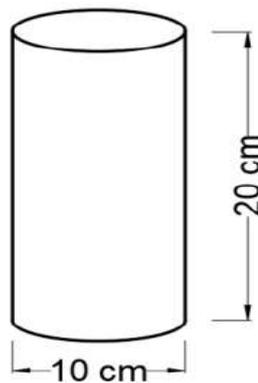
### III.3.2 Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini terdapat 4 (Empat) macam benda uji dengan variasi campuran beton. Variasi tersebut dibedakan berdasarkan jumlah persentase tempurung kelapa terhadap kebutuhan berat agregat kasar yang dimasukkan pada campuran beton. Variasi persentase tempurung kelapa yang digunakan adalah 0% (sebagai acuan), 5%, 10%, 20%.

Kode dan jumlah perkiraan benda uji untuk 4 (empat) macam benda uji dengan variasi campuran beton dapat dilihat pada Tabel III.3.

Tabel III. 3 Kode dan Jumlah Perkiraan Benda Uji

No.	Jenis Pengujian	Variasi Campuran				Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
		0%	5%	10%	20%		
1.	Kuat Tekan Beton	2	2	2	2	TB	8
Total							8



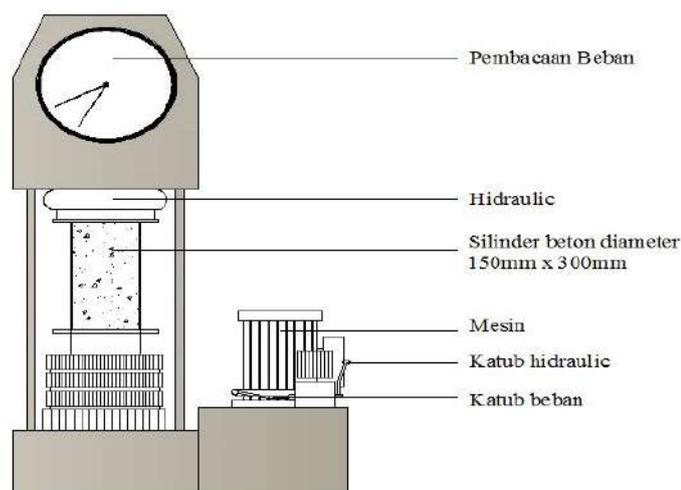
Gambar III. 1 Benda uji silinder

### III.3.3 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

Metode pengujian kuat tekan silinder dilakukan dengan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah mengeras dengan benda uji silinder. Pembebanan dilakukan sampai silinder beton hancur dan dicatat besarnya beban maksimum  $P$  yang selanjutnya digunakan untuk menentukan tegangan tekan beton ( $f'c$ ).

Langkah-langkah pengujian kuat tekan sebagai berikut :

1. Ambil benda uji dari bak perendam.
2. Diamkan sejenak hingga benda uji tersebut kering.
3. Bersihkan kotoran yang menempel dengan kain basah atau kuas.
4. Timbang berat benda uji.
5. Lapisilah (capping) permukaan atas benda uji dengan belerang, tujuan dari proses ini agar benda uji simetris.
6. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara centris.
7. Jalankan mesin tekan dengan pembebanan yang konstan
8. Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.



Gambar III. 2 Pengujian kuat tekan

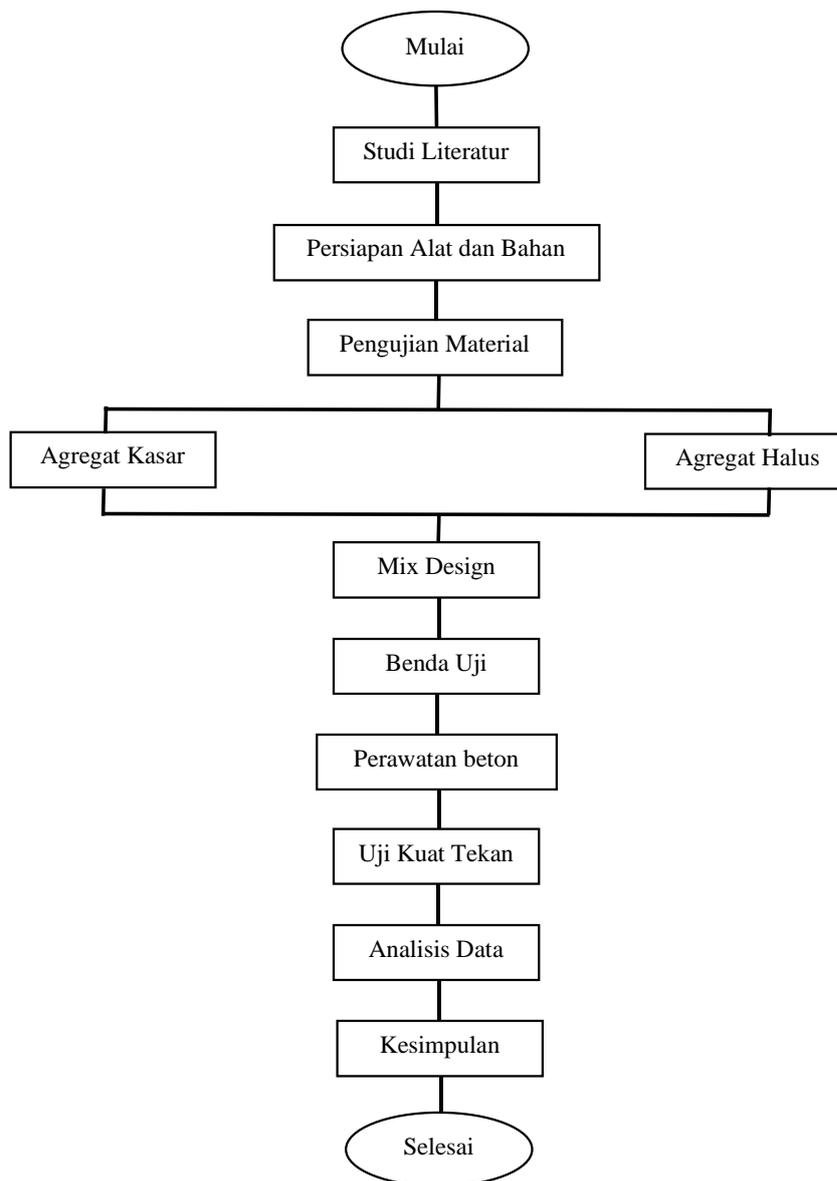
### **III.4 Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar, diantaranya pengujian karakteristik bahan yang akan digunakan pengujian kuat tekan dan pengujian kuat tarik belah pada silinder beton.

### **III.5 Analisa Data**

Analisa data untuk menentukan karakteristik bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini berdasarkan spesifikasi SNI, khususnya untuk menentukan karakteristik pada agregat. Perencanaan *mix design* beton menurut SNI 03-3842-2000, yang dianalisa menggunakan *microsoft office excel*. Data-data yang telah diperoleh kemudian dianalisis untuk mendapatkan suatu kesimpulan dari tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kuat tekan beton yang ditambahkan dengan tempurung kelapa dan juga untuk mengetahui perbandingan antara beton normal tanpa tempurung kelapa dan beton normal dengan penambahan tempurung kelapa.

### III.6 Bagan Alur



Gambar III. 3 Bagan Alur

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### IV.I Karakteristik Material Beton

Pengujian karakteristik material beton bertujuan untuk mengetahui jenis agregat yang digunakan telah lolos spesifikasi sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia), pada karakteristik material beton ini terdiri dari agregat halus dan agregat kasar.

##### IV.1.1 Agregat Halus

Material agregat halus yang digunakan berasal dari kabupaten Takalar. Pengujian karakteristik material untuk agregat halus pada penelitian ini dilakukan dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar Makassar, proses pengujiannya mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia). Adapun hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel IV.1

Tabel IV. 1 Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian Agregat Halus	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur (%)	4,88	0,2 - 5	Memenuhi
2	Kadar Air (%)	3,35	3,0 - 5	Memenuhi
2	Berat Volume			
	a. Kondisi Lepas (kg/ltr)	1,70	1,4 - 1,9	Memenuhi
	b. Kondisi Padat (kg/ltr)	1,75	1,4 - 1,9	Memenuhi
4	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata (gr)	2,88	1,60 - 3,30	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering (gr)	2,30	1,60 - 3,31	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan (g)	2,78	1,60 - 3,32	Memenuhi
	d. Absorpsi (%)	2,00	0,2 - 2	Memenuhi
5	Modulus Kehalusan	3,05	2,3 - 3,1	Memenuhi
6	Kadar Organik	No.2	<No.3	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan Data

#### IV.1.2 Agregat Kasar

Material agregat kasar yang digunakan berasal dari daerah Bili-bili kabupaten Gowa. Pengujian karakteristik material untuk agregat kasar pada penelitian ini dilakukan dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar Makassar, proses pengujiannya mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia). Adapun hasil pengujian agregat kasar dapat dilihat pada Tabel IV.2

Tabel IV. 2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis pengujian	Hasil Pengujian Agregat Kasar	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur (%)	0,4	Maks 1	Memenuhi
2	Kadar Air (%)	1,2	0,5-2	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi Lepas (kg/ltr)	1,67	1,6 - 1,9	Memenuhi
	b. Kondisi Padat (kg/ltr)	1,69	1,6 - 1,9	Memenuhi
4	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata (gr)	2,68	1,60 - 3,33	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering (gr)	2,49	1,60 - 3,34	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan (gr)	2,56	1,60 - 3,35	Memenuhi
	d. Absorpsi (%)	2,87	Maks 4	Memenuhi
5	Modulus Kehalusan	6,62	6 - 7,1	Memenuhi
6	Keausan (%)	40	Maks 50	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Dari tabel IV.2 dapat disimpulkan bahwa agregat kasar memenuhi persyaratan SNI karena semua hasil pengujian agregat kasar masuk dalam interval agregat halus yang di isyaratkan SNI.

#### IV.1.3 Penggabungan Agregat Halus dan Kasar

Penggabungan agregat merupakan pencampuran agregat kasar dan agregat halus, sehingga menjadi campuran homogen dan mempunyai susunan butir sesuai dengan standar SNI (Standar Nasional Indonesia).

Tabel IV. 3 Penggabungan Agregat Halus dan Kasar

Nomor	Persentase lolos (%)		Pasir X 36%	Kerikil X 64%	Agregat
	Pasir	Kerikil			Gabungan
Saringan					
mm					
1	100	100,00	45,5	54,5	100,0
0,75	100	93,67	45,5	51,1	96,5
0,375	100	43,67	45,5	23,8	69,3
4	99,00	0,00	45,0	0,0	45,0
8	97,00	0,00	44,1	0,0	44,1
16	87,00	0,00	39,5	0,0	39,5
30	74,00	0,00	33,6	0,0	33,6
50	29,00	0,00	13,2	0,0	13,2
100	12,00	0,00	5,5	0,0	5,5
pan	2,00	0,00	0,9	0,0	0,9
Jumlah	700,00	237,33	318,18	129,45	447,64

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Dari tabel IV.3 dapat disimpulkan bahwa berat agregat halus terhadap agregat kasar sebesar 54% atau dapat dikatakan perbandingan 54:100 atau 1:1,8

#### IV.2 Perbandingan Campuran Beton

Dalam perhitungan rancangan campuran (mix design) beton, secara umum dikenal ada dua cara, yaitu cara perbandingan berat dan perbandingan volume.

Dalam penelitian ini terdapat empat tipe adukan beton yaitu beton tanpa tempurung kelapa, beton dengan 5% tempurung kelapa, beton dengan 10% tempurung kelapa, dan beton dengan 20% tempurung kelapa. Benda uji untuk uji kuat tekan masing-masing dibuat 2 buah untuk setiap tipenya. Sehingga total kebutuhan benda uji adalah sebanyak 8 buah.

Pada rancangan campuran beton ini menggunakan metode SNI. Perencanaan mutu beton pada penelitian ini yaitu  $f'c$  20 MPa. Adapun kebutuhan dari setiap material disajikan pada tabel IV.4

Tabel IV.4 Kebutuhan material

Variasi Tempurung Kelapaa (%)	Jumlah Material (Kg)				
	PC	Pasir	Kerikil	Tempurung kelapa	Air
0	0,846	0,898	1,465	0	0,3216
5	0,846	0,898	1,465	0,073	0,3216
10	0,846	0,898	1,465	0,146	0,3216
20	0,846	0,898	1,465	0,293	0,3216

Sumber : hasil perhitungan

### IV.3 Pengujian Slump

Pengujian Slump test dilakukan untuk mengetahui kecekan (*workability*) pada adukan beton. Pengujian slump test bertujuan untuk mengetahui kemampuan beton segar dalam mengisi ruang (*Filling Ability*). Pada penelitian ini rata-rata nilai slump test yang didapatkan adalah 100 mm (10 cm).

Tabel IV.5 Slump

Variasi Tempurung kelapa %	Slump (cm)
0	10
5	10
10	10
20	11
Rata-rata	10

Sumber : hasil perhitungan



Gambar IV. 1 Slump Test

#### IV.4 Pengujian Kuat Tekan Beton

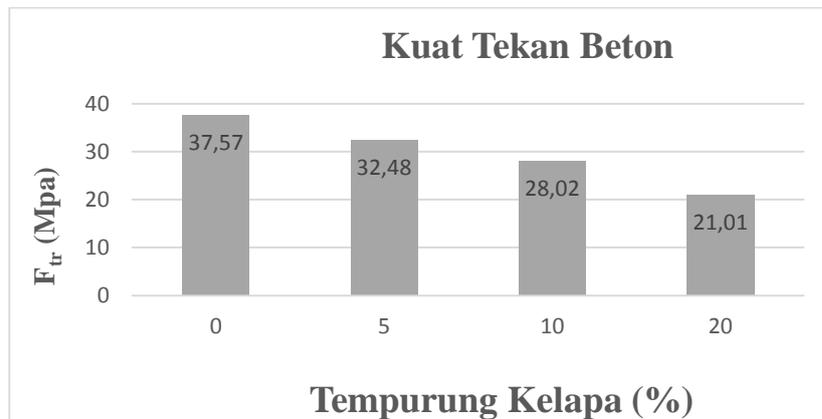
Pengujian kuat tekan pada penelitian ini yaitu kuat tekan pada perendaman air tawar. Benda uji silinder dimaksudkan sebagai benda uji kontrol. Benda uji silinder berdimensi 10 cm x 20 cm dipasang pada alat UTM dengan posisi benda uji vertikal. Pembebanan dilakukan sampai benda uji tersebut retak/hancur atau benda uji tersebut tidak dapat lagi menahan beban yg diberikan. Hal itu ditandai dengan jarum penunjuk pada alat UTM, jika jarum yang berwarna sudah turun maka pembebanan pada benda uji tersebut.

Penambahan tempurung kelapa mengakibatkan menurunnya kuat tekan beton. (lihat Tabel IV.4). Bentuk tempurung kelapa yang mirip agregat kasar akan mengakibatkan sebgaiannya massa/volume kerikil tereliminasi dari adukan beton dan posisinya digantikan oleh tempurung kelapa (hal ini akan dibuktikan dengan analisis berat bobot beton). Karena kekuatan tempurung kelapa lebih rendah daripada kerikil, maka akibatnya ialah kuat tekan beton cenderung turun. Makin besar kandungan tempurung kelapanya makin besar penurunan kuat tekan betonnya.

Tabel IV.6 Kuat Tekan Beton Masing-masing Tipe

Jumlah Tempurung Kelapa %	Luas (mm <sup>2</sup> )	p (N)		f <sub>t</sub> (Mpa)		f <sub>tr</sub> (Mpa)	Penurunan %
		I	II	I	II		
0	7850	290000	300000	36,94	38,21	37,57	0,00
5	7850	260000	250000	33,12	31,84	32,48	13,54
10	7850	220000	220000	28,02	28,02	28,02	25,41
20	7850	170000	160000	21,65	20,38	21,01	44,07

Sumber : hasil perhitungan



Gambar IV. 2 Grafik Pengujian Kuat tekan Beton menggunakan Tempurung Kelapa

Dari hasil pengujian kuat tekan beton menggunakan satuan N kemudian dikonversi ke satuan Mpa, dengan perawatan (curing) selama 14 hari mendapatkan nilai kuat tekan rata-rata 0% 37,57, 5% 32,48, 10% 28,02 dan 20% 21,01.

#### IV.5 Perbandingan Berat Benda Uji Normal dengan Tempurung Kelapa

Dari hasil penimbangan benda uji silinder, ternyata bobot masing-masing tipe beton tidak sama tapi ada kecenderungan menurun mulai dari yang persentase kecil sampai ke yang persentase besar. Sehingga bisa disimpulkan bahwa berat beton menurun seperti yang diperlihatkan pada Tabel IV.6. Seperti telah disinggung sebelumnya, menurunnya berat beton disebabkan karena ada sebagian massa/volume kerikil tereliminasi dari adukan beton dan posisinya ditempati oleh tempurung kelapa. Hal ini disebabkan karena bentuk tempurung kelapa mirip agregat kasar, sehingga ketika mereka ditambahkan ke dalam adonan beton akan memakan volume yang besar. Tidak mempunyai kecenderungan mengeliminasi keberadaan agregat kasar. Karena tempurung kelapa berat lebih rendah daripada kerikil, secara otomatis akan menurunkan berat betonnya.

Tabel IV.7 Berat Beton Masing-masing Tipe

Jumlah Tempurung Kelapa %	Benda Uji Tekan			Penurunan (%)
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata	
0	3,61	3,61	3,61	0,00
5	3,53	3,55	3,54	1,94
10	3,40	3,38	3,39	6,09
20	3,07	3,11	3,09	14,40

*Sumber : hasil perhitungan*

Dari hasil penimbangan benda uji silinder pada tabel IV.6 adalah nilai rata-rata untuk sampel 1 mendapat 3,40 sedangkan nilai rata-rata untuk sampel 2 mendapat 3,41 setelah didiamkan selama 24 jam sebelum perawatan (curing) 14 hari.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **V.1 Kesimpulan**

Beberapa kesimpulan dari penelitian ini antara lain :

1. Penambahan tempurung kelapa pada adukan beton akan menurunkan kuat tekannya. Makin besar persentase tempurung kelapa yang ditambahkan makin besar pula penurunannya, sebesar 5% 13,54%, 10% 25,41, dan 20% 44,07.
2. Karena ada sebagian massa/volume agregat kasar digantikan oleh volume tempurung kelapa, maka berat betonnya menjadi berkurang, sebesar 5% 1,94, 10% 6,09, dan 20% 14,40.

#### **V.2 Saran**

1. Supaya agregat kasar yang tereliminasi bisa diminimalisir, maka tempurung kelapa dimensi serpihannya harus dibuat lebih kecil (lembut) lagi. Sehingga penurunan kuat tekannya bisa diminimalisir pula.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan perendaman menggunakan air laut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrozzaq Hasibuan, B. P., Marzuki, I., Mahyuddin, Sianturi, E., Armus, R., Gusty, S.,... Jamaludin . (2020). Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja. (J. Simarmata, Ed.), (p.238). Retrieved from <https://kitamenulis.id/2020/11/1/teknik-keselamatan-dan-kesehatan-kerja/>
- ASTM C494 dan *British Standard 5075*. (1982): *Superplasticizer*, United State, Association of Standard Testing Materials.
- Dumyati, A., & Manalu, D. F. (2015). Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal*, 3(1), 1–13. <https://www.journal.ubb.ac.id/index.php/fropil/article/view/1203>.
- EFNARC (2005): *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete: Specification, Production and Use*, UK
- Fauzan Hamdi, Franky Edwin Lapian, Miswar Tumpu, Mansyur Irianto, Didik Suryamiharja S Mabui, Adri Raidyarto, Ardi Aziz Sila, Masdiana, Parea Rusan Rangan, Hamkah., 2022 “*Teknologi Beton*”, penerbit CV. Tohar Media, Makassar.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga. (2010). *Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) Divisi 6* (pp. 1–89).
- Mekar, P. R, dan Narilis 2015. “Kelayakan bahan beton dengan menggunakan batu karang sebagai pengganti agregat kasar dan tanah sebagai agregat halus”. *Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Ratu Samban*.
- Mohammad, Yusuf, Chaniago., 2017. “Kuat tekan beton dengan menggunakan batu karang sebagai pengganti agregat kasar”. *Jurnal Fakultas Teknik UMP*.
- Murdock, L.J., dan Brook, K.M., 1996, “*Bahan dan Praktek Beton*”, Penerbit Erlangga, Jakarta.

- Safriani, M., & Febrianti, D. (2018). Analisis Pengaruh Penggunaan Tempurung Kelapa Pada Kuat Tarik Beton . *Jurnal Teknik Sipil Dan Teknologi Konstruksi*, 2(2), 69–78. <https://doi.org/10.35308/jts-utu.v2i2.388>
- SNI 03-2834-2000. “Pembuatan Campuran Beton Normal”.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 1997. *Metoda Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium*. 03-4431-1997. Departemen Pekerjaan Umum, Pusat Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standarisasi Nasional Indonesia.
- Tjokrodinuljo, 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri: Yogyakarta
- Tjokrodinuljo, 2007. *Teknologi Beton*. Biro penerbit: Yogyakarta
- Tripoli, B., & Kesuma, H. (2020). Kombinasi Semen Dengan Cangkang Lokan Dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*, 9, 1–9.
- Vivi Candra, Nenny Ika Putri Simarmata, Mahyuddin, Bonaraja Purba, Sukarman Putra, Muhammad Chaerul, Abdurrozzaq Hasibuan, Tiurlina Siregar, Sisca Karwanto, Romindo, Jamaluddin., 2021 “*Pengantar Metodologi Penelitian*”, Penerbit Yayasan Kita Menulis, Makassar.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1 Pengujian Karakteristik Agregat Halus

Lampiran 1. 1 Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Abd Hamsar                      Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Pengujian : Karakteristik Agregat        Tgl. Pemeriksaan : 21 Maret 2022  
Penelitian : Tugas Akhir

### Hasil Percobaan I

A = Volume Lumpur (VL)                      = 20 MI

B = Volume Total (Lumpur + Pasir) (VT)    = 410 MI

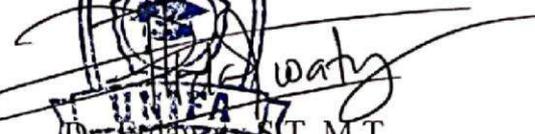
$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{\text{VL}}{\text{VT}} \times 100\% = 4.88\%$$

Jadi hasil pengujian analisa saringan agregat halus adalah 3,00 dimana memenuhi syarat pencampuran beton 0,2 – 5%.

Makassar 21 Maret 2022

Mengetahui :

Koordinator Laboratorium

  
UNIFA  
Dr. Istiqowaty S.T., M.T.  
NIDN. 0931047802  
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



Lampiran 1. 2 Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir)

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Abd Hamsar  
Pengujian : Karakteristik Agregat  
Penelitian : Tugas Akhir  
Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Tgl. Pemeriksaan : 21 Maret 2022

Berat contoh kering = 1.000 gram

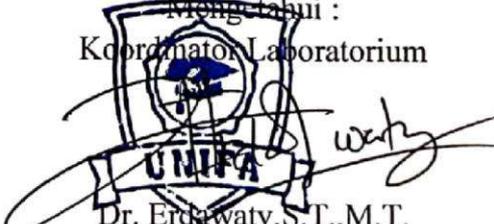
NOMOR SARINGAN	BERAT TERTAHAAN	PERSEN TERTAHAAN	Σ PERSEN TERTAHAAN	PERSEN LOLOS
mm	gram	%	%	%
No. 4	10	1,00	1,00	99,00
No.8	20	2,00	3,00	97,00
No. 16	100	10,00	13,00	87,00
No. 30	130	13,00	26,00	74,00
No. 50	450	45,00	71,00	29,00
No. 100	170	17,00	88,00	12,00
No. 200	100	10,00	98,00	2,00
pan	20	2,00	0,00	0,00
Jumlah	1000	100,00	300,00	

$$\text{Modulus Kehalusan Pasir (F)} = \frac{300,00}{100} = 3,00$$

Jadi hasil pengujian analisa saringan agregat halus adalah 3,00 dimana memenuhi syarat pencampuran beton 2,3 - 3,1

Makassar 21 Maret 2022

Mengetahui :  
Koordinator Laboratorium

  
UNIFA  
Dr. Erdawaty, S.T., M.T.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
NIPN. 0921047802

Lampiran 1. 3 Kadar Air Agregat Halus (Pasir)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Abd Hamsar                      Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Pengujian : Karakteristik Agregat        Tgl. Pemeriksaan : 21 Maret 2022  
Penelitian : Tugas Akhir

Kode	Keterangan	Satuan	Berat
A	Berat Talam	Gram	80
B	Berat Talam + Benda Uji	Gram	2080
C	Berat benda Uji (B - A)	Gram	2000
D	Berat Benda Uji Kering	Gram	1935

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air} &= \frac{C - D}{D} \times 100\% \\ &= \frac{2000 - 1935}{1935} \times 100\% \\ &= 3,35 \quad \% \end{aligned}$$

Jadi hasil pengujian kadar air agregat halus adalah 3,35 % dimana memenuhi syarat campuran beton 3-5%

Makassar 21 Maret 2022

Mengetahui :  
Koordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty S.T., M.T.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK UNIFA  
Makassar 90231  
Telp. 0411-47802



Lampiran 1. 4 Berat Volume Agregat Halus (Pasir)

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

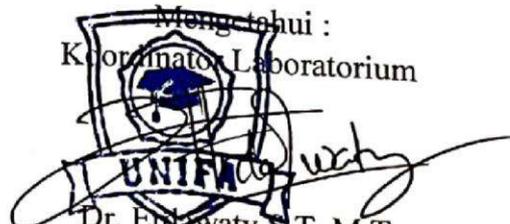
Dikerjakan : Abd Hamsar                      Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Pengujian : Karakteristik Agregat      Tgl. Pemeriksaan : 21 Maret 2022  
Penelitian : Tugas Akhir

Kode	Keterangan	Satuan	Padat	Gembur
A	Volume Bohler	liter	0,91609	0,91609
B	Berat Bohler Kosong	gram	3550	3550
C	Berat bohler + Benda Uji	gram	5115	4995
D	Berat Benda Uji (C - B)	gram	1565	1605
BERAT VOLUME	= $\frac{D}{A}$	kg/liter	1,7083	1,7520

Jadi hasil pengujian berat volume agregat halus adalah : kondisi padat = 1,7083 kg/liter dan gembur = 1,7520 kg/liter dimana memenuhi syarat pencampuran beton 1,4 – 1,9 kg/liter

Makassar 21 Maret 2022

Mengetahui :  
Koordinator Laboratorium

  
UNIFA  
Dr. Endangwati, S.T., M.T.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
NIP. 195201147802



Lampiran 1. 5 Absorpsi dan Berat Jenis Agregat Halus (Pasir)

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Abd Hamsar  
Pengujian : Karakteristik Agregat  
Penelitian : Tugas Akhir  
Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Tgl. Pemeriksaan : 21 Maret 2022

Hasil Percobaan I

A = Berat Picnometer	=	150	gram
B = Berat Contoh Kondisi SSD di Udara	=	250	gram
C = Berat Picno + air + Contoh SSD	=	555	gram
D = Berat Talam	=	120	gram
E = Berat Picno + air	=	405	gram
F = Berat Setelah dioven + Talam	=	350	gram
G = Berat Benda Uji Kering Oven ( F-D )	=	230	gram

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Apparent SG} &= \frac{G}{G + E - C} \\ &= \frac{230}{230 + 405 - 555} \\ &= \frac{230}{80} \\ &= 2,88 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ On Dry Basic} &= \frac{G}{B + E - C} \\ &= \frac{230}{250 + 405 - 555} \end{aligned}$$

$$= \frac{230}{100}$$

Gram

$$= 2,300$$

• SSD Basic

$$= \frac{B}{B + E - C}$$

$$= \frac{250}{250 + 405 - 555}$$

$$= \frac{250}{100}$$

$$= 2,50 \text{ gram}$$

• Absorption

$$= \frac{B - G}{G} \times 100\%$$

$$= \frac{250 - 230}{230} \times 100\%$$

$$= \frac{20}{230} \times 100\%$$

$$= 2,04 \%$$

Jadi hasil pengujian berat jenis agregat halus semua memenuhi syarat pencampuran beton

Makassar 21 Maret 2022

Mengetahui :  
Koordinator Laboratorium

  
UNIFA  
Dr. Erdawaty S.T., M.T.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PENG. BINA 170921047802

Lampiran 1. 6 Kadar Organik Agregat Halus (Pasir)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

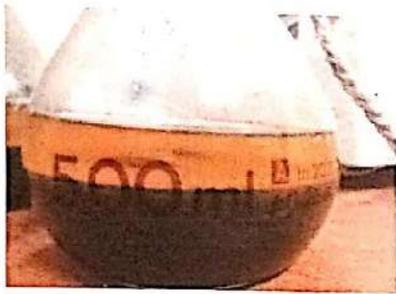
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Abd Hamsar                      Diperiksa : Koordinator Laboratorium

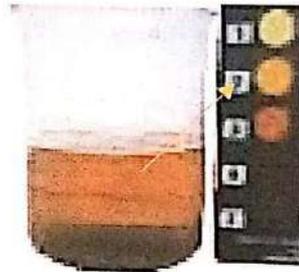
Pengujian : Karakteristik Agregat      Tgl. Pemeriksaan : 21 Maret 2022

Penelitian : Tugas Akhir

Pemeriksaan pada standar warna menunjukkan warna no. 2 sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar organik pada pasir tersebut tergolong sedang dan dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.



Gambar hasil pengujian



Gambar standar warna

Makassar 21 Maret 2022

Mengetahui :  
Koordinator Laboratorium  
  
UNIFA  
Dr. Eriawaty, S.T., M.T.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL 47802



Lampiran 2. 2 Analisa Saringan Agregat Kasar (Kerikil)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Abd Hamsar Diperiksa : Koordinator Laboratorium

Pengujian : Karakteristik Agregat Tgl. Pemeriksaan : 21 Maret 2022

Penelitian : Tugas Akhir

Berat contoh kering = 1500 gram

NOMOR SARINGAN	BERAT TERTAHAN	PERSEN TERTAHAN	Σ PERSEN TERTAHAN	PERSEN LOLOS
mm	gram	%	%	%
1	0	0,00	0,000	100,00
3\4	95	6,33	6,333	93,67
3\8	750	50,00	56,333	43,67
4	655	43,67	100,000	0,00
8	0	0,00	100,000	0,00
16	0	0,00	100,000	0,00
30	0	0,00	100,000	0,00
50	0	0,00	100,000	0,00
100	0	0,00	100,000	0,00
pan	0	0,00	0,00	0,00
Jumlah	1500	100,00	662,667	

Modulus Kehalusan Kerikil  
(F)  $= \frac{662,667}{100} = 6,63$

Jadi hasil pengujian analisa saringan agregat kasar adalah 6,63 dimana memenuhi syarat pencampuran beton 6 - 7,1

Makassar 21 Maret 2022

Mengetahui :  
Koordinator Laboratorium  
  
Dr. Edawaty S.T.M.T.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
0921047802

Lampiran 2. 2 Kadar Air Agregat Kasar (Kerikil)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Abd Hamsar  
Pengujian : Karakteristik Agregat  
Penelitian : Tugas Akhir  
Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Tgl. Pemeriksaan : 21 Maret 2022

Kode	Keterangan	Satuan	Berat
A	Berat Talam	gram	80
B	Berat Talam + Benda Uji	gram	2580
C	Berat benda Uji (B - A)	gram	2500
D	Berat Benda Uji Kering	gram	2470

$$\begin{aligned}\text{Kadar Air} &= \frac{C - D}{D} \times 100\% \\ &= \frac{2500 - 2470}{2470} \times 100\% \\ &= 1,215 \%\end{aligned}$$

Jadi pengujian kadar air agregat kasar adalah 1,215 % dimana memenuhi syarat pencampuran beton 0,5 – 2 %

Makassar 21 Maret 2022

Mengetahui :  
Koordinator Laboratorium

UNIFA  
Dr. Erda waty S.T.,M.T.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
FEDORINDR10926047802



Lampiran 2. 3 Kadar Lumpur Agregat Kasar (Kerikil)  
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Abd Hamsar  
Pengujian : Karakteristik Agregat  
Penelitian : Tugas Akhir  
Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Tgl. Pemeriksaan : 21 Maret 2022

Percobaan I

A = Berat Talam = 90 Gram  
B = Berat Kering Sebelum Dicuci = 2500 Gram  
C = Berat Kering Setelah Dicuci + Talam = 2580 Gram  
D = Berat Kering Setelah Dicuci = 2490 Gram

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur} &= \frac{B - D}{B} \times 100\% \\ &= \frac{2500 - 2490}{2500} \times 100\% \\ &= \frac{10}{2500} \times 100\% \\ &= 0,4 \% \end{aligned}$$

Jadi nilai rata-rata untuk kadar lumpur kerikil adalah = 0,4 % memenuhi syarat dalam campuran beton maksimal 1%

Makassar 21 Maret 2022

Mengetahui :

Koordinator Laboratorium

  
  
NIDN. 0921047802  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



Lampiran 2. 4 Absorpsi dan Berat Jenis Agregat Kasar (Kerikil)

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Abd Hamsar  
Pengujian : Karakteristik Agregat  
Penelitian : Tugas Akhir  
Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Tgl. Pemeriksaan : 21 Maret 2022

A = Berat Kosong Keranjang	=	540	gram
B = Berat Keranjang + Benda Uji SSD Udara	=	3868	gram
C = Berat Keranjang + Benda Uji didalam air	=	2503	gram
D = Berat Keranjang Dalam Air	=	474	gram
E = Berat Benda Uji Kering Oven	=	3235	gram

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Apparent SG} &= \frac{E}{E - C - D} \\ &= \frac{3235}{3235 - 2503 - 474} \\ &= \frac{3235}{1206} \\ &= 2,68 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ On Dry Basic} &= \frac{E}{B - A - C - D} \\ &= \frac{3235}{3868 - 540 - 2503 - 474} \\ &= \frac{3235}{1299} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2,49 \text{ Gram} \\
 \bullet \text{ SSD Basic} &= \frac{B - A}{B - A - C - D} \\
 &= \frac{3868 - 540}{3868 - 540 - 2503 - 474} \\
 &= \frac{3328}{1299} \\
 &= 2,56 \text{ Gram} \\
 \bullet \text{ Absorption} &= \frac{(B - A) - E}{E} \times 100\% \\
 &= \frac{3868 - 540 - 3235}{3235} \times 100\% \\
 &= \frac{93}{3235} \times 100\% \\
 &= 2,875 \text{ Gram}
 \end{aligned}$$

Jadi hasil pengujian berat jenis agregat kasar semua memenuhi syarat pencampuran beton

Makassar 21 Maret 2022

Mengetahui :  
Koordinator Laboratorium

  
**Dr. UNIFA Widy, S.T., M.T.**  
 NIDN. 0921047802  
 KOORDINATOR LABORATORIUM  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



Lampiran 2. 5 Keausan Agregat Kasar (Kerikil)

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Abd Hamsar  
Pengujian : Karakteristik Agregat  
Penelitian : Tugas Akhir

Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Tgl. Pemeriksaan : 21 Maret 2022

Keterangan : -Agregat kasar yang lolos saringan nomor 3/4 tertahan pada

saringan no. 1/2 & 3/4 (masing-masing 3.000 gram)

-Saringan 1/2 = 2500

-Saringan 3/8 = 2500

- Berat sebelum di abrasi (A)

- Berat setelah diabrasi = 3010 (B)

$$\text{Perhitungan} = \text{abrasi} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

$$= \frac{5000-3010}{5000} \times 100\%$$
$$= 40 \%$$

Perhitungan abJadi nilai rata dari keausan agregat kasar adalah = 40 % dimana memenuhi syarat pencampuran beton maksimal 50

Makassar 21 Maret 2022

Mengetahui :  
Koordinator Laboratorium

UNIFA  
Dr. Erdawaty, S.T., M.T.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR  
Makassar 90231  
Telp. (0411) 4921092  
Faks. (0411) 4921093











Lampiran 2. 1 Absorpsi dan Berat Jenis Agregat Kasar (Kerikil)

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Abd Hamsar                      Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Pengujian : Karakteristik Agregat      Tgl. Pemeriksaan : 21 Maret 2022  
Penelitian : Tugas Akhir

A =	Berat Kosong Keranjang	=	540	gram
B =	Berat Keranjang + Benda Uji SSD Udara	=	3868	gram
C =	Berat Keranjang + Benda Uji didalam air	=	2503	gram
D =	Berat Keranjang Dalam Air	=	474	gram
E =	Berat Benda Uji Kering Oven	=	3235	gram

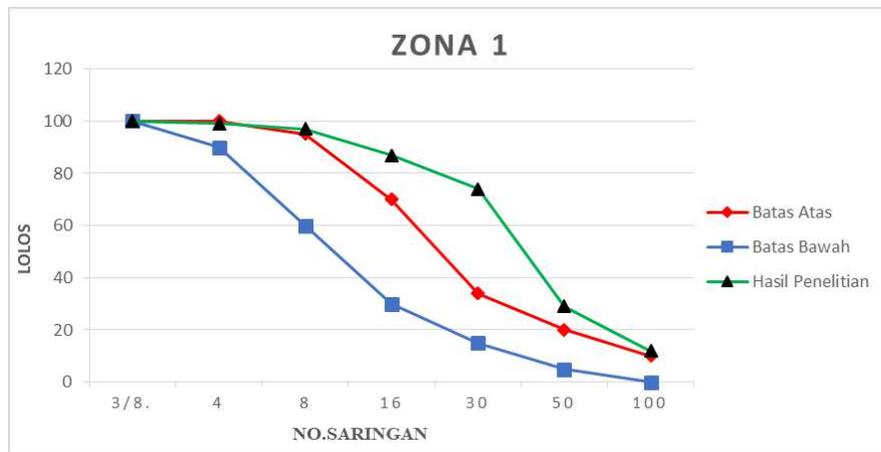
$$\begin{aligned} \bullet \text{ Apparent SG} &= \frac{E}{E - C - D} \\ &= \frac{3235}{3235 - 2503 - 474} \\ &= \frac{3235}{1206} \\ &= 2,68 \text{ gram} \end{aligned}$$

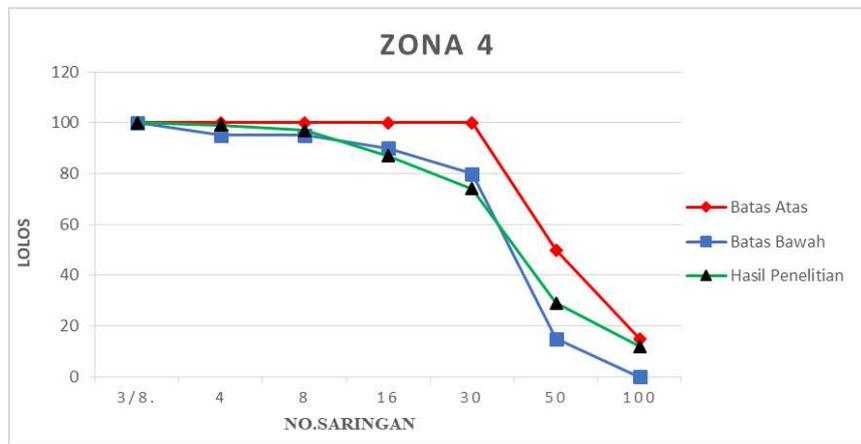
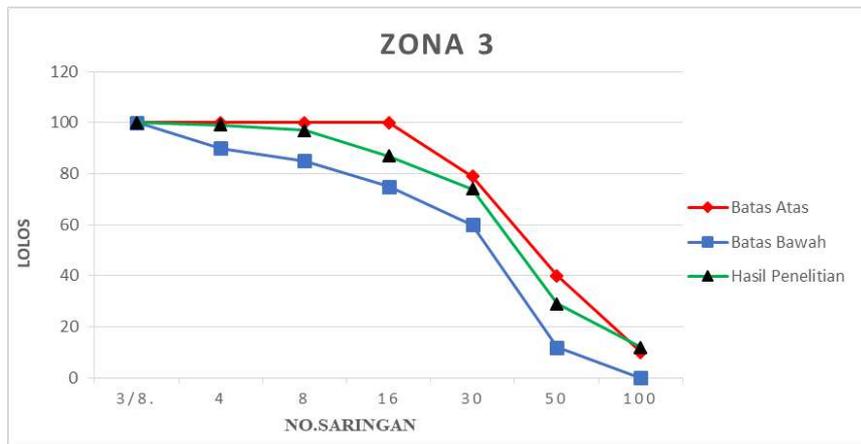
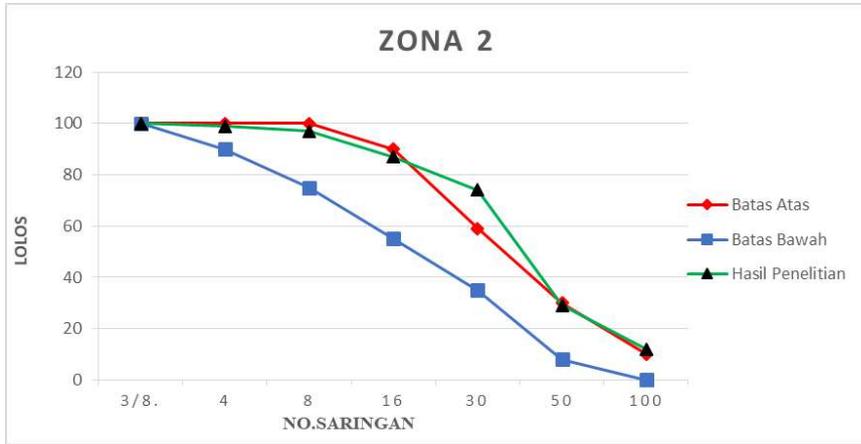
$$\begin{aligned} \bullet \text{ On Dry Basic} &= \frac{E}{B - A - C - D} \\ &= \frac{3235}{3868 - 540 - 2503 - 474} \\ &= \frac{3235}{1299} \end{aligned}$$

## Lampiran 1 Batas Zona Agregat Halus Dan Agregat Kasar

### 1. Agregat halus

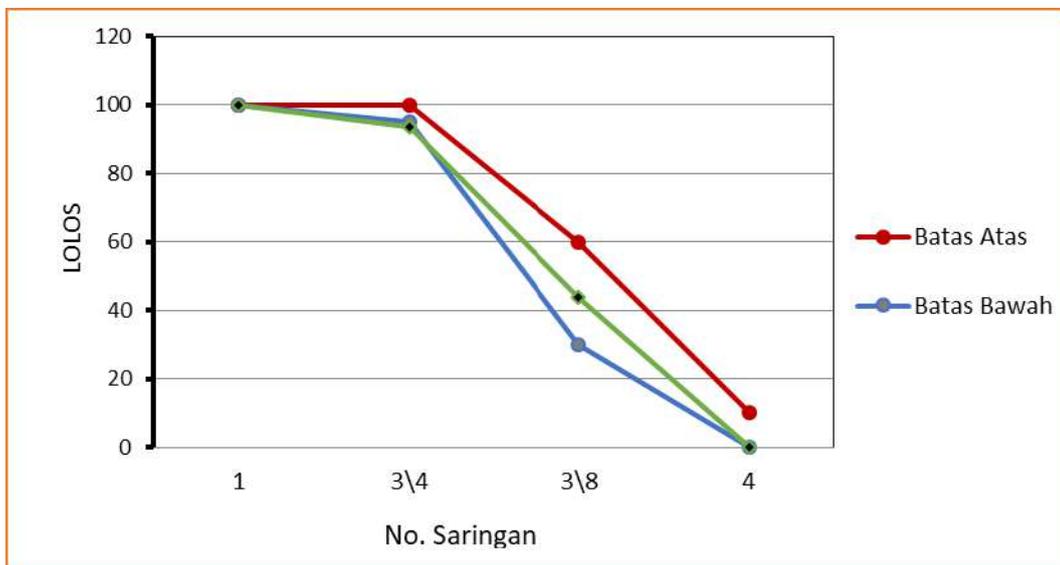
NOMOR	Hasil Peneltian	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4	
SARINGAN		Batas Bawah	Batas Atas						
mm									
1									
3\4									
3\8	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	99,00	90	100	90	100	90	100	95	100
8	97,00	60	95	75	100	85	100	95	100
16	87,00	30	70	55	90	75	100	90	100
30	74,00	15	34	35	59	60	79	80	100
50	29,00	5	20	8	30	12	40	15	50
100	12,00	0	10	0	10	0	10	0	15
pan	2,00								
Jumlah									





2. Agregat kasar

NOMOR SARINGAN	Hasil Peneltian	Ukuran max 10 mm		Ukuran max 20 mm		Ukuran max 40 mm	
		Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas
mm						100	100
1	100,00	100	100	100	100	95	100
3\4	93,67	100	100	95	100	35	70
3\8	43,67	50	85	30	60	10	40
4	0,00	0	10	0	10	0	5
8							
16							
30							
50							
100							
pan							
Jumlah							



### 3. Penggabungan Agregat

Modulus halus butir agregat dari campuran pasir dan kerikil untuk bahan pembuat beton berkisar antara 5,0 – 6,5 ( Kardiyono Tjokrodimuljo 1996:26).

Modulus halus butir campuran direncanakan sebesar 5,2 maka dapat dihitung:

$$w = \frac{K - C}{C - P} \times 100\%$$

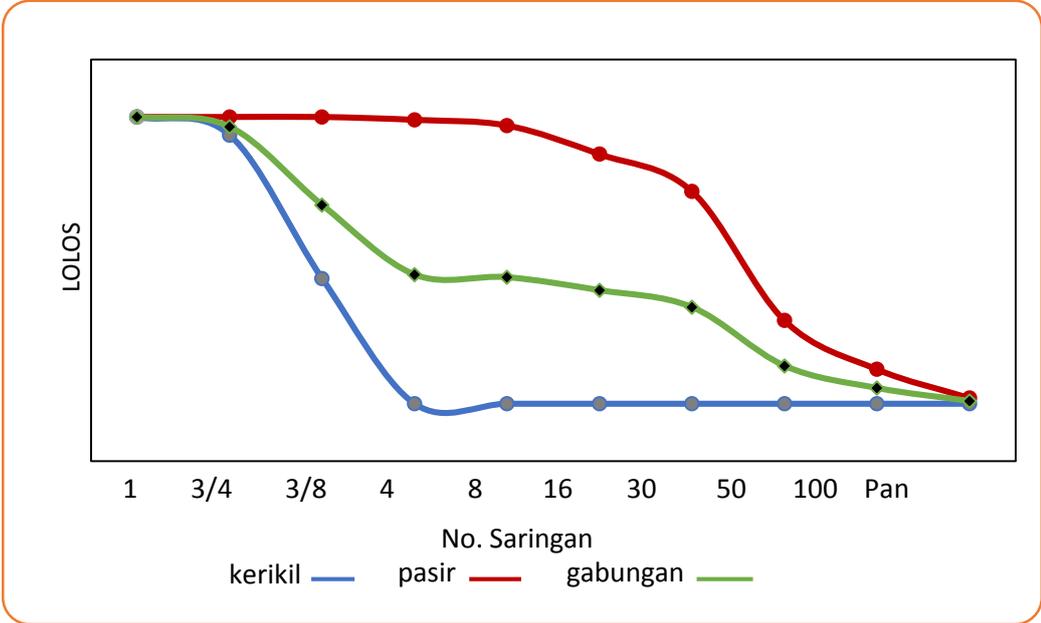
$$= \frac{6,63 - 5,2}{5,2 - 3,00} \times 100 = 65\%$$

Berat pasir terhadap kerikil sebesar 54% atau dapat dikatakan perbandingan 54:100 atau 1:1,8

$$\text{Berat pasir} = \frac{1}{2,2} \times 100 = 45\%$$

$$\text{Berat kerikil} = \frac{1,2}{2,2} \times 100 = 55\%$$

Nomor Saringan mm	Persentase lolos (%)		Pasir X 36%	Kerikil X 64%	Agregat Gabungan
	Pasir	Kerikil			
1	100	100,00	45,5	54,5	100,0
0,75	100	93,67	45,5	51,1	96,5
0,375	100	43,67	45,5	23,8	69,3
4	99,00	0,00	45,0	0,0	45,0
8	97,00	0,00	44,1	0,0	44,1
16	87,00	0,00	39,5	0,0	39,5
30	74,00	0,00	33,6	0,0	33,6
50	29,00	0,00	13,2	0,0	13,2
100	12,00	0,00	5,5	0,0	5,5
pan	2,00	0,00	0,9	0,0	0,9
Jumlah	700,00	237,33	318,18	129,45	447,64



## Lampiran 2 Mix Design Silinder



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

---

### Mix Design (SNI 03-2834-2000)

Diketahui :

$$F_c' = 20 \text{ Mpa}$$

Perhitungan Perencanaan campuran Beton (SNI 03-2834-2000)

1. Nilai Tambah (M)  
 $M = 7,0 \text{ Mpa}$
2. Kuat Tekan Beton rata-rata  
 $F_{cr} = F_c' + M$   
 $= 20 + 7,0$   
 $= 27 \text{ Mpa} = 270 \text{ Kg/Cm}^2$
3. Faktor Air Semen  
 $F_{as} = 0,38$
4. Nilai Faktor Air Semen Maksimum  
 $F_{as \text{ Max}} = 0,60$
5. Nilai Slump  
 $\text{Slump} = 10 \text{ cm}$
6. Kadar Air Bebas  
 $W_{air} = 0,67 (A_H) + 0,33 (A_k)$   
 $= 0,67 (195) + 0,33 (225)$   
 $= 204,7$
7. Jumlah Semen  
 $W_{semen} = \frac{W_{air}}{F_{as}}$   
 $= \frac{204,9}{0,38}$   
 $= 539,210 \text{ Kg/m}^3$
8. Jumlah Semen Minimum  
 $\text{Min} = 325 \text{ Kg/m}^3$
9. Persentase Pasir  
% Agregat kasar = 38 %  
% Agregat Halus = 100% - 38%  
 $= 62 \%$

10. Berat jenis Relatif
- a. Berat Jenis Agregat
    1. Berat jenis agregat halus (SSD) = 2,500
    2. Berat jenis agregat kasar (SSD) = 2,560
  - b. Berat Jenis Agregat Campuran
 
$$\begin{aligned} \text{Bj camp} &= \frac{p}{100} * \text{Bj Ah} + \frac{k}{100} * \text{Bj Ak} \\ &= \frac{38}{100} * 2,500 + \frac{62}{100} * 2,560 \\ &= 2,5372 \end{aligned}$$
11. Berat jenis Beton Basah  
 Bj Beton Basah = 2250 kg/m<sup>3</sup>
12. Agregat Campuran = Bj beton – W<sub>semen</sub> - W<sub>air</sub>  

$$\begin{aligned} &= 2250 - 539,210 - 204,9 \\ &= 1505,89 \end{aligned}$$
13. Agregat Halus =  $\frac{38}{100} * 1505,210$   

$$= 572,2382$$
14. Agregat Kasar =  $\frac{62}{100} * 1505,210$   

$$= 933,6518$$
15. Volume Silinder 10 cm \* 20cm  

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{1}{4} * r * 0,05\text{m} * 0,05\text{m} * 0,2 \\ &= 0,00157 \text{ m}^3 \end{aligned}$$
16. Proporsi Bahan pembentuk beton
- a. Air = W<sub>air</sub> \* Volume  

$$\begin{aligned} &= 204,9 * 0,00157 \\ &= 0,3216 \text{ Liter} \end{aligned}$$
  - b. Semen = W<sub>semen</sub> \* Volume  

$$\begin{aligned} &= 539,210 * 0,00157 \\ &= 0,846 \text{ Kg} \end{aligned}$$
  - c. Ag Halus = Ag Halus \* Volume  

$$\begin{aligned} &= 572,2382 * 0,00157 \\ &= 0,898 \text{ Kg} \end{aligned}$$
  - d. Ag kasar = Ag kasar \* Volume  

$$\begin{aligned} &= 933,6518 * 0,00157 \\ &= 1,465 \text{ Kg} \end{aligned}$$

### 17. Tempurung Kelapa

$$0\% = \text{Variasi} * \text{Ag Kasar}$$

$$= 0\% * 1,465$$

$$= 0$$

$$5\% = \text{Variasi} * \text{Ag kasar}$$

$$= 5\% * 1,465$$

$$= 0,073 \text{ Kg}$$

$$10\% = \text{Variasi} * \text{Ag Kasar}$$

$$= 10\% * 1,465$$

$$= 0,145 \text{ Kg}$$

$$20\% = \text{Variasi} * \text{Ag Kasar}$$

$$= 20\% * 1,465$$

$$= 0,293 \text{ Kg}$$

## Lampiran 5 Perhitungan

### 1. Kuat Tekan Beton

Jumlah Tempurung Kelapa 0%

$$\begin{aligned}\text{Sampel I} &= N : \text{Luas} \\ &= 290000 : 7850 \\ &= 36,94\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sampel II} &= N : \text{Luas} \\ &= 300000 : 7850 \\ &= 38,21\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai rata-rata} &= \text{Sampel I} + \text{Sampel II} : 2 \\ &= 36,94 + 38,41 : 2 \\ &= 37,57\end{aligned}$$

Jumlah Tempurung Kelapa 5%

$$\begin{aligned}\text{Sampel I} &= N : \text{Luas} \\ &= 260000 : 7850 \\ &= 33,12\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sampel II} &= N : \text{Luas} \\ &= 250000 : 7850 \\ &= 31,84\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai rata-rata} &= \text{Sampel I} + \text{Sampel II} : 2 \\ &= 33,12 + 31,84 : 2 \\ &= 32,48\end{aligned}$$

Jumlah Tempurung Kelapa 10%

$$\begin{aligned}\text{Sampel I} &= N : \text{Luas} \\ &= 220000 : 7850 \\ &= 28,02\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sampel II} &= N : \text{Luas} \\ &= 220000 : 7850 \\ &= 28,02\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai rata-rata} &= \text{Sampel I} + \text{Sampel II} : 2 \\ &= 28,02 + 28,02 : 2 \\ &= 28,02\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tempurung Kelapa 20\%} \\ \text{Sampel I} &= N : \text{Luas} \\ &= 170000 : 7850 \\ &= 21,65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel II} &= N : \text{Luas} \\ &= 160000 : 7850 \\ &= 20,38 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata-rata} &= \text{Sampel I} + \text{Sampel II} : 2 \\ &= 21,65 + 20,38 : 2 \\ &= 21,01 \end{aligned}$$

2. Penurunan persentase (%) kuat tekan beton.

$$\text{Jumlah Tempurung Kelapa 0\%} = 0 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tempurung Kelapa 5\%} &= 37,57 - 32,48 \\ &= 5,09 : 37,57 \\ &= 0,1354 * 100 \\ &= 13,54 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tempurung Kelapa 10\%} &= 37,57 - 28,02 \\ &= 9,55 : 37,57 \\ &= 0,2541 * 100 \\ &= 25,41 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tempurung Kelapa 20\%} &= 37,57 - 21,01 \\ &= 16,56 : 37,57 \\ &= 0,4407 * 100 \\ &= 44,07 \% \end{aligned}$$

3. Berat Beton

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tempurung Kelapa 0\%} &= \text{Sampel I} + \text{Sampel II} : 2 \\ &= 3,61 + 3,61 : 2 \\ &= 3,61 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tempurung Kelapa 5\%} &= \text{Sampel I} + \text{Sampel II} : 2 \\ &= 3,53 + 3,55 : 2 \\ &= 3,54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tempurung Kelapa 10\%} &= \text{Sampel I} + \text{Sampel II} : 2 \\ &= 3,40 + 3,38 : 2 \\ &= 3,39 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Tempurung Kelapa 20\%} &= \text{Sampel I} + \text{Sampel II} : 2 \\
 &= 3,07 + 3,11 : 2 \\
 &= 3,09
 \end{aligned}$$

4. Penurunan persentase (%) Berat Beton

$$\text{Jumlah Tempurung Kelapa 0\%} = 0 \%$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Tempurung Kelapa 5\%} &= 3,61 - 3,54 \\
 &= 0,07 : 3,61 \\
 &= 0,0194 * 100 \\
 &= 1,94 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Tempurung Kelapa 10\%} &= 3,61 - 3,39 \\
 &= 0,22 : 3,61 \\
 &= 0,0609 * 100 \\
 &= 6,09 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Tempurung Kelapa 20\%} &= 3,61 - 3,09 \\
 &= 0,52 : 3,61 \\
 &= 0,144 * 100 \\
 &= 14,40 \%
 \end{aligned}$$

*Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian*



Penjemuran Tempurung kelapa



Penimbangan Agregat Kasar



Penjemuran Agregat kasar



Pengayakan Tempurung Kelapa



Penimbangan Agregat Kasar



Penimbangan Semen



Bahan pembuat Benda Uji



Penimbangan Tempurung Kelapa



Pembersihan Silinder



Pengisian Bahan Ke Silinder



Pengisian Slump Test



Slump Test



Pembongkaran Beton Silinder



Curing Beton 14 hari



Penimbangan Sampel Beton



Pengujian Kuat Tekan

