

TUGAS AKHIR
PENGARUH ABU KULIT KOPI SEBAGAI BAHAN TAMBAH
TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON



Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kurikulum Program S-1
Program Studi Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Batanghari

Disusun Oleh:

YUSUP AMANDA PUTRA

1600822201108

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI

2023

HALAMAN PERSETUJUAN
PENGARUH ABU KULIT KOPI SEBAGAI BAHAN TAMBAH
TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

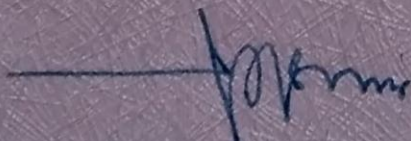


Disusun Oleh:

YUSUP AMANDA PUTRA
1600822201168

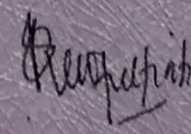
Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari menyatakan Tugas Akhir dengan judul dan penyusunan sebagaimana di atas telah disetujui sesuai prosedur, ketentuan dan kelaziman yang berlaku dan dapat diajukan dalam ujian Tugas Akhir dan Komprehensif Program Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Dosen Pembimbing I


Suhendra, S.T., M.T.

Jambi, Agustus 2023

Dosen Pembimbing II


Ria Zulfiati, S.T., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN
PENGARUH ABU KULIT KOPI SEBAGAI BAHAN TAMBAH
TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON

Tugas Akhir ini telah dipertahankan di hadapan panitia penguji Tugas Akhir dan Komprehensif dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Sipil Universitas Batanghari.

Nama : Yusup Amanda Putra


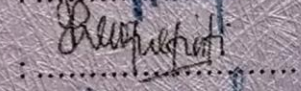

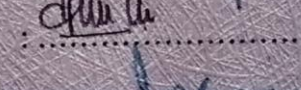

Npm : 1600822201108

Hari/Tanggal : Jum'at / 04 Agustus 2023

Jam : 14.00 WIB s/d Selesai

Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi

PANITIA PENGUJI

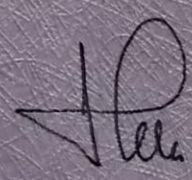
Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Annisaa Dwiretnani, S.T., M.T.	
Sekretaris	: Ria Zulfiati, S.T., M.T.	
Penguji I	: Ir. Wari Dony, S.T., M.T.	
Penguji II	: Dwitya Okky Azanna, S.T., M.Eng.	
Penguji III	: Suhendra, S.T., M.T.	

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, M.E.


Elvira Handayani, S.T., M.T.

MOTTO

“Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik untuk dirimu sendiri. Dan jika kamu berbuat jahat, maka (kerugian kejahatan) itu untuk dirimu sendiri...”

(QS. Al-Isra’: 7)

“...dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu...”

(QS. Al-Qashash: 77)



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir dengan judul **“Pengaruh Abu Kulit Kopi Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton”** dapat penulis selesaikan. Karena penulis percaya, jika suatu pekerjaan terselesaikan dengan baik tidak terlepas dari karunia Allah SWT dan juga interaksi antara doa dan ikhtiar dengan ketekunan yang tinggi akan membuahkan hasil yang memuaskan, apapun pekerjaan yang dilakukan.

Tugas Akhir ini merupakan persyaratan akademis yang harus diselesaikan mahasiswa guna memenuhi persyaratan kurikulum pada program sarjana (S1) Program Studi Teknik Sipil Universitas Batanghari.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, berbagai bentuk bantuan dan dukungan telah penulis terima, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, M.E. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
2. Bapak Drs. G.M. Saragih, M.Si. Selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
3. Ibu Ria Zulfiati, S.T., M.T. Selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Batanghari dan sebagai Pembimbing II, Yang banyak memberikan petunjuk serta saran dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

4. Bapak Ir. Wari Dony, S.T., M.T. Selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
5. Ibu Elvira Handayani, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
6. Bapak Suhendra, S.T., M.T. Selaku Pembimbing I, Yang banyak memberikan petunjuk serta saran dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen serta Karyawan dan Karyawati Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
8. Kepada Orangtua, Kakak serta Adikku yang telah memberikan dorongan dan semangat selama penyusunan Tugas Akhir ini berlangsung.
- 9.. Rekan-rekan seperjuangan Fakultas Teknik, Serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dan saran.

Demikian Tugas Akhir ini disusun agar dapat menambah ilmu dan pengetahuan bagi para pembaca serta bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa lainnya, walaupun penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun penulis harapkan agar dapat membantu memperbaiki kekurangan pada tugas akhir ini sehingga menjadi lebih baik lagi.

Jambi, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Definisi Beton.....	6
2.1.1 Kelebihan Beton.....	7
2.1.2 Kekurangan Beton.....	8
2.2 Bahan Penyusun Beton.....	9
2.2.1 Semen Portland Komposit (PCC).....	9
2.2.2 Agregat.....	13
2.2.2.1 Agregat Kasar.....	14
2.2.2.2 Agregat Halus.....	18
2.2.3 Air.....	22
2.2.4 Bahan Tambah.....	24
2.2.4.1 Bahan Tambah Kimia (<i>chemical admixture</i>).....	24

2.2.4.2 Bahan Tambah Mineral (<i>Additive</i>)	26
2.3 Abu Kulit Kopi	28
2.4 Perancangan Campuran Beton SNI 7656: 2012 (Adopsi ACI 211.1-91)	29
2.5 Pengujian Slump	34
2.6 Karakteristik Sifat Mekanik Beton	35
2.6.1 Kuat Tekan Beton	35
2.6.2 Kuat Tarik Belah	37
2.7 Penelitian Terdahulu	38

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	41
3.2 Material Dan Benda Uji Penelitian	41
3.3 Alat-Alat Yang Digunakan Pada Penelitian	42
3.4 Pemeriksaan Fisik Material	44
3.4.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Agregat Halus (SNI ASTM C 136: 2012)	44
3.4.2 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar Dan Halus (SNI-03- 4804-1998).....	45
3.4.3 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar (SNI 1969:2008).....	47
3.4.4 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus (SNI 1970: 2008).....	48
3.4.5 Pemeriksaan Kotoran Organik Agregat Halus (SNI 03- 2816-1992).....	49
3.4.6 Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles (SNI 03-2417: 2008).....	50
3.5 Pembuatan Sampel Uji Abu Kulit Kopi	51
3.6 Perancangan Campuran Beton SNI 7656: 2012 (Adopsi ACI 211.1-91)	51
3.7 Pengujian Slump (SNI 1972: 2008).....	53

3.8 Pengujian Kuat Tekan Beton (SNI 1974: 2011).....	54
3.9 Pengujian Kuat Tarik Belah (SNI 2491: 2014)	55
3.10 Bagan Alir Penelitian.....	56

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Material	58
4.2 Pengujian Abu Kulit Kopi	59
4.3 Rancangan Campuran Beton Metode SNI 7656: 2012 (Adopsi ACI 211.1-91)	61
4.4 Perhitungan Campuran Abu Kulit Kopi	64
4.4.1 Menentukan Berat Abu Kulit Kopi.....	64
4.4.2 Menentukan Proporsi Campuran Abu Kulit Kopi.....	65
4.5 Pengujian Slump.....	66
4.6 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	67
4.7 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	69

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran	74

DAFTAR PUSTAKA.....	75
----------------------------	-----------

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan Antara Warna Cairan Dan Pengurangan (Reduksi) Kuat Tekan Akibat Bahan Organik Berdasarkan <i>Abras</i> Dan <i>Harder</i>	22
Tabel 2.2 Kekuatan Tekan Rata-Rata Perlu	30
Tabel 2.3 Perkiraan Air Campuran Dan Persyaratan Kandungan Udara Pada Beton	31
Tabel 2.4 Nilai Faktor Air Semen Menurut ACI.....	32
Tabel 2.5 Volume Agregat Kasar/m ³ Beton.....	33
Tabel 2.6 Berat Beton Segar.....	34
Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji Yang Direncanakan	42
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar Dan Agregat Halus.....	58
Tabel 4.2 Persentase Senyawa Abu Kulit Kopi	60
Tabel 4.3 Proporsi Campuran Beton Dengan Abu Kulit Kopi.....	65
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Slump	66
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	67
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari.....	69
Tabel 4.7 Persentase Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan Beton	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mesin Pengujian Kuat Tekan.....	37
Gambar 2.2	Alat Uji Kuat Tarik Belah Beton	38
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian	56
Gambar 4.1	Grafik Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	68
Gambar 4.2	Grafik Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari	70
Gambar 4.3	Persentase Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan Beton.....	71



DAFTAR NOTASI

- $f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)
- P = Beban pada beton (N)
- A = Luas penampang rata-rata (mm^2)
- T = Kekuatan tarik belah (MPa)
- L = Panjang benda uji (cm)
- D = Diameter benda uji (cm)
- B_j = Berat contoh jenuh kering permukaan (JKP)
- B_k = Berat contoh uji kering oven
- B_a = Berat piknometer diisi air
- B_t = Berat piknometer + benda uji (JKP) + air
- P = Kadar air benda uji dalam satuan persen
- B_b = Berat benda uji dalam satuan gram
- A = Berat benda uji sebelum diuji
- B = Berat benda uji setelah diuji (tertahan saringan No.12)
- M = Nilai tambah (MPa)
- SD = Standar deviasi (MPa)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling umum digunakan di dunia, terutama dalam pembangunan infrastruktur, gedung, dan proyek konstruksi lainnya. Proses produksi beton melibatkan penggunaan besar-besaran semen sebagai bahan pengikat utama. Meskipun beton memiliki kekuatan mekanik yang tinggi dan daya tahan yang baik, industri semen menyumbang sebagian besar emisi gas rumah kaca global, menjadikannya salah satu sektor utama yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Selain itu, produksi semen juga memerlukan konsumsi sumber daya alam yang besar, seperti batu kapur, tanah liat, dan pasir, yang dapat menyebabkan pengeksploitasian sumber daya alam yang berlebihan.

Sebagai upaya untuk mengurangi dampak lingkungan dari industri konstruksi khususnya produksi beton, perlu dilakukan penelitian untuk menemukan alternatif lain untuk menciptakan beton yang ramah lingkungan dan berbasis sumber daya terbarukan. Salah satu alternatif yang menarik adalah pemanfaatan limbah abu kulit kopi sebagai bahan tambah pada beton. Bahan tambah merupakan bahan halus yang tidak mengandung komponen utama penyusun beton (agregat, semen dan air) yang ditambahkan ke dalam campuran beton.

Penggunaan abu kulit kopi sebagai bahan tambah pada beton dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain meningkatkan kinerja mekanik beton, mengurangi kebutuhan akan bahan utama beton (semen), serta mengurangi emisi gas rumah kaca selama proses produksi beton. Selain itu, pemanfaatan limbah kulit kopi pada industri konstruksi juga dapat membantu mengurangi masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh pembuangan limbah hasil dari industri kopi.

Sebagai salah satu provinsi di Indonesia yang banyak mengusahakan tanaman perkebunan terutama komoditas kopi, luas areal perkebunan kopi di provinsi Jambi mencapai 28.972,4 hektar dan hasil produksi tahunan sebanyak 20.135,2 ton. Dimana penyumbang terbesar berasal dari Merangin, yang memiliki luas areal perkebunan kopi seluas 11.548 hektar dan produksi pertahun sebanyak 10.682 ton (Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi, 2021). Pada proses pengolahannya buah kopi akan dijemur terlebih dahulu hingga kering, lalu digiling hingga terpisah biji kopi dengan kulitnya. Pada proses penggilingan, buah kopi dapat menghasilkan limbah kulit kopi yang cukup banyak. Namun pemanfaatan Kulit kopi ini masih cukup terbatas, biasanya kulit kopi hanya dibuang begitu saja sebagai limbah dimana dapat menyebabkan masalah lingkungan seperti pencemaran dan penumpukan limbah jika dibiarkan secara terus-menerus.

Melihat banyaknya kulit kopi yang tidak termanfaatkan dengan baik dan dibiarkan begitu saja menjadi limbah, maka penulis tertarik dan ingin mempelajari lebih lanjut mengenai **“Pengaruh Abu Kulit Kopi Sebagai Bahan**

Tambah Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton”. Sehingga bisa menjadi solusi dan alternatif terhadap pengolahan dan pemanfaatan kulit kopi tersebut menjadi bahan yang lebih berguna dan bermanfaat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan abu kulit kopi terhadap kuat tekan beton?
2. Bagaimana pengaruh penambahan abu kulit kopi terhadap kuat tarik belah beton?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perbandingan kuat tekan beton yang dihasilkan terhadap penambahan abu kulit kopi.
2. Untuk mengetahui perbandingan kuat tarik belah beton yang dihasilkan terhadap penambahan abu kulit kopi.

1.4 Batasan Masalah

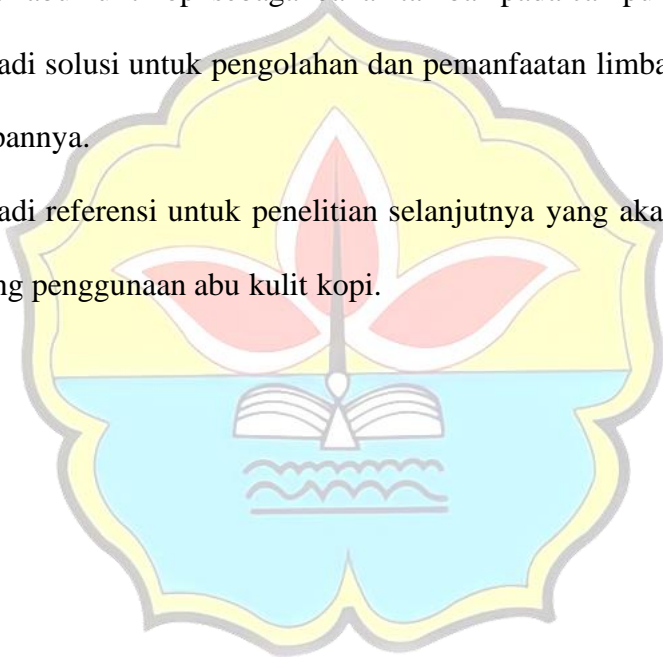
Dalam penelitian ini, batasan masalah akan ditetapkan untuk memfokuskan ruang lingkup penelitian dan membatasi parameter yang akan dibahas. Batasan masalah antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
2. Abu kulit kopi (AKK) diambil dari Desa Nilo Dingin, Kec. Lembah Masurai, Kab. Merangin.
3. Reaksi kimia dan sifat fisika abu kulit kopi tidak diteliti pada penelitian ini.
4. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton dilakukan dengan penambahan abu kulit kopi sebesar 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5% dari berat semen.
5. Pada penelitian ini, abu kulit kopi digunakan sebagai filler (bahan pengisi) pada beton dengan lolos saringan No. 200.
6. Penelitian ini melakukan percobaan kuat tekan dan kuat tarik belah beton.
7. Penelitian menggunakan benda uji beton yang berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sebanyak 3 buah benda uji untuk setiap variasi pada pengujian kuat tekan dan 3 buah benda uji untuk setiap variasi pada pengujian kuat tarik belah.
8. Pengujian beton dilaksanakan pada umur 28 hari.
9. Mutu beton rata-rata rencana yaitu $f'c = 21,7$ MPa.
10. Sumber material
 - a. Agregat kasar berupa batu pecah dan agregat halus berupa pasir yang digunakan berasal dari Kota Jambi.
 - b. Semen portland tipe PCC.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari adanya penelitian ini, antara lain :

- 1 . Menambah pengetahuan serta wawasan tentang pemanfaatan abu kulit kopi sebagai bahan tambah pada campuran beton untuk mendorong upaya pengembangan dan penggunaan beton ramah lingkungan terhadap pembangunan berkelanjutan pada masa yang akan datang.
2. Mengetahui kuat tekan dan kuat tarik belah beton terhadap penggunaan limbah abu kulit kopi sebagai bahan tambah pada campuran beton.
3. Menjadi solusi untuk pengolahan dan pemanfaatan limbah kulit kopi kedepannya.
4. Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya yang akan membahas tentang penggunaan abu kulit kopi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi Beton

Menurut SNI 2847-2013, beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Sedangkan menurut Mulyono (2003) beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*).

Beton adalah suatu material konstruksi yang terdiri dari campuran antara beberapa komponen, yaitu semen, agregat kasar (kerikil atau batu pecah), agregat halus (pasir), dan air. Campuran ini diaduk secara merata untuk membentuk massa padat yang kuat setelah mengalami proses pengeringan atau pengerasan. Komponen utama pada beton adalah semen, yang berperan sebagai bahan perekat yang menyatukan partikel-partikel agregat menjadi satu kesatuan yang padat. Ketika semen dicampur dengan air, terjadi reaksi kimia yang disebut hidrasi, dimana semen mengeras dan membentuk pasta perekat yang mengikat agregat kasar dan agregat halus.

kualitas dan kekuatan beton sangat dipengaruhi oleh proporsi campuran dan proses pengeringan atau pengerasannya, oleh karena itu perencanaan dan pelaksanaan yang hati-hati sangat penting dalam menghasilkan struktur beton yang kokoh dan tahan lama.

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling umum dan banyak digunakan karena memiliki berbagai kelebihan dan keunggulannya dibandingkan material lain, meski begitu beton tentunya juga memiliki beberapa kekurangan. Adapun kelebihan dan kekurangan beton yaitu:

2.1.1 Kelebihan Beton

Kelebihan dari struktur beton, yaitu :

1. Kekuatan Dan Daya Tahan

Beton memiliki kuat tekan yang tinggi, sehingga dapat menahan beban dan tekanan yang berat. Beton yang dirawat dengan baik juga memiliki masa pakai dan daya tahan yang lama.

2. Tahan Api

Beton memiliki ketahanan teradap api, sehingga merupakan pilihan yang baik untuk bangunan yang membutuhkan proteksi kebakaran.

3. Fleksibilitas Desain

Berbagai bentuk dan ukuran dapat dicetak pada beton sesuai dengan persyaratan desain. Fitur ini memberikan fleksibilitas dalam menciptakan struktur bangunan yang unik dan menarik secara arsitektural.

4. Hemat Biaya

Bahan yang digunakan untuk membuat beton, seperti pasir, kerikil, dan air, relatif murah dan tersedia. Hal ini membuat beton menjadi pilihan yang ekonomis untuk banyak proyek konstruksi.

5. Ketahanan Korosi

Beton secara inheren tahan terhadap korosi dan lingkungan korosif seperti air asin dan bahan kimia berbahaya.

2.1.2 Kekurangan Beton

Selain kelebihan yang dimiliki, beton juga memiliki kekurangan, yaitu :

1. Kerentanan Terhadap Retak

Beton dapat retak terutama bila terkena tekanan yang berlebihan, perubahan suhu yang ekstrim, atau pergerakan tanah. Retakan ini dapat mengurangi kekuatan dan umur beton serta bukaan terbuka terhadap air dan bahan kimia berbahaya yang dapat mempercepat kegagalan struktur.

2. Berat Yang Tinggi

Beton memiliki bobot yang relatif berat, sehingga struktur yang menggunakan beton membutuhkan pondasi yang kuat dan stabil untuk menahan beban dengan baik. Bobot yang berat juga berarti biaya pengangkutan dan penanganan yang lebih tinggi selama proses konstruksi.

4. Proses Pengeringan Lambat

Proses pengeringan atau pengerasan beton membutuhkan waktu yang cukup lama. Selama proses ini, perhatian khusus harus diberikan agar tidak terjadi retakan dan memastikan beton mengering dengan baik. Proses pengeringan yang lambat dapat menunda proyek konstruksi.

5. Daur Ulang Terbatas

Beton bekas sulit didaur ulang dengan mudah. Proses daur ulang beton membutuhkan pemrosesan dan teknologi canggih untuk mengembalikan kualitasnya, sehingga daur ulang beton tidak selalu merupakan solusi yang mudah atau ekonomis.

2.2 Bahan penyusun Beton

Bahan-bahan penyusun beton secara umum terdiri dari semen, agregat, air dan bahan tambah.

2.2.1 Semen Portland Komposit (PCC)

Semen portland komposit (PCC) adalah jenis semen yang terbuat dari campuran semen Portland dengan bahan tambahan lainnya. PCC merupakan hasil pengembangan dalam industri semen yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan kinerja semen, sambil juga mengurangi dampak lingkungan.

PCC terdiri dari dua komponen utama, yaitu semen Portland biasa dan bahan tambahan. Semen Portland biasa merupakan semen yang umum digunakan dalam konstruksi, terbuat dari klinker semen dan gypsum. Sedangkan bahan tambahan yang digunakan dalam PCC dapat berupa abu terbang, terak pabrik baja, slag, atau bahan pengisi lainnya.

Proses pembuatan PCC melibatkan pencampuran semen Portland dengan bahan tambahan dalam proporsi tertentu sesuai dengan spesifikasi yang

diinginkan. Material tambahan tersebut ditambahkan ke dalam semen Portland saat proses penggilingan untuk mendapatkan campuran yang homogen.

Keuntungan utama dari PCC adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan Yang Lebih Tinggi

Dengan penambahan bahan tambahan yang tepat, PCC dapat menghasilkan beton dengan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan semen Portland biasa. Ini membuatnya lebih cocok untuk proyek-proyek yang membutuhkan ketahanan dan kekuatan tambahan.

2. Ketahanan Terhadap Serangan Kimia

Bahan tambahan dalam PCC dapat meningkatkan ketahanan beton terhadap serangan kimia, seperti serangan sulfat atau serangan klorida. Hal ini memungkinkan penggunaan PCC dalam lingkungan yang korosif.

3. Pengurangan Emisi Karbon

PCC memungkinkan pengurangan penggunaan klinker semen, yang merupakan bahan utama dalam semen Portland dan menyumbang emisi karbon dioksida yang signifikan. Dengan demikian, PCC membantu mengurangi dampak lingkungan dan memberikan keberlanjutan dalam industri konstruksi.

4. Performa Hidrasi Yang Lebih Baik

Bahan tambahan dalam PCC dapat meningkatkan kinerja hidrasi semen, yang menghasilkan kekerasan awal yang lebih cepat dan perkembangan kekuatan yang lebih baik dalam jangka waktu yang lebih singkat.

Semen juga memiliki sifat fisik dan kimia, yaitu sebagai berikut:

1 . Sifat Fisik Semen

Semen sebagai bahan utama pada beton memiliki beberapa sifat fisik yang penting untuk diketahui karakteristiknya, yaitu:

- a. Kekuatan: Kekuatan semen mengacu pada kemampuannya untuk menahan tekanan atau beban tertentu setelah mengeras. Kekuatan semen sangat penting dalam menentukan kekuatan dan daya tahan beton yang dibuat darinya. Kekuatan semen ditentukan melalui pengujian standar seperti tes tekan dan tes lentur.
- b. Warna: Semen umumnya memiliki warna abu-abu atau abu-abu pucat, tetapi juga tersedia dalam beberapa variasi warna seperti putih dan hitam. Warna semen bergantung pada komposisi dan proses pembuatan.
- c. Butiran: Partikel semen umumnya sangat halus, dengan ukuran butir yang seragam. Ukuran butiran semen berada dalam rentang mikrometer hingga beberapa puluh mikrometer.
- d. Kepadatan: Kepadatan semen mengacu pada berat jenis atau massa per satuan volume semen. Kepadatan semen biasanya berkisar antara 3.000 hingga 3.200 kilogram per meter kubik, tergantung pada jenis semen dan komposisinya.
- e. Plastisitas: Plastisitas adalah sifat semen yang mengacu pada kemampuannya untuk dibentuk dan dicetak dalam berbagai bentuk. Semen, ketika dicampur dengan air, membentuk pasta yang dapat dibentuk sesuai kebutuhan sebelum mengeras.

- f. Perubahan Dimensi: Semen mengalami perubahan dimensi selama proses hidrasi dan pengeringan. Ketika hidrasi terjadi, semen mengalami ekspansi karena pertumbuhan kristal-kristal hidrat. Selama pengeringan, semen dapat mengalami penyusutan atau kontraksi karena kehilangan air.
- g. Porositas: Semen memiliki porositas yang berhubungan dengan ruang kosong atau pori-pori di dalam material. Porositas dapat mempengaruhi penyerapan air dan kekuatan beton yang dibuat dari semen tersebut.
- h. Waktu Pengerasan: Waktu pengerasan semen adalah periode waktu yang diperlukan untuk proses hidrasi semen dan pembentukan kekuatan awal. Waktu pengerasan dapat bervariasi tergantung pada jenis semen, kondisi lingkungan, dan campuran yang digunakan.

2. Sifat Kimia Semen

Berikut adalah beberapa sifat kimia semen:

- a. Hidrasi: Salah satu sifat kimia paling penting dari semen adalah kemampuannya untuk mengalami hidrasi. Hidrasi adalah proses kimia di mana semen bereaksi dengan air untuk membentuk produk-produk hidrat, seperti kalsium silikat hidrat (CSH) dan kalsium hidroksida (CaOH_2). Proses hidrasi ini menyebabkan semen mengeras dan membentuk pasta perekat yang mengikat agregat dalam beton.
- b. Pemanasan: Saat air ditambahkan ke dalam semen, terjadi reaksi eksotermik, yang berarti reaksi menghasilkan panas. Proses hidrasi yang kuat dapat menyebabkan peningkatan suhu dalam beton yang baru dicor,

yang penting untuk diperhatikan dalam pengerjaan proyek konstruksi besar.

- c. Alkalinitas: Saat semen mengalami hidrasi, produk hidratnya menyebabkan lingkungan di sekitarnya menjadi alkaline atau basa. Tingkat alkalinitas yang tinggi ini memberikan perlindungan tambahan pada baja yang tertanam dalam beton dengan membentuk lapisan pasif yang melindungi dari korosi.
- d. Karbonasi: Seiring waktu, beton mengalami proses karbonasi, yaitu penyerapan karbon dioksida dari udara. Proses karbonasi dapat menyebabkan penurunan pH dalam beton, yang dapat mempengaruhi ketahanan terhadap korosi baja yang tertanam dalam beton.
- e. Reaktivitas Agregat: Beberapa jenis semen mengandung bahan tambahan atau aditif tertentu untuk mengendalikan reaktivitas dari beberapa jenis agregat. Agregat yang reaktif dapat berinteraksi dengan alkalinitas semen dan menyebabkan ekspansi yang merusak beton.

2.2.2 Agregat

Agregat adalah kumpulan partikel-partikel padat yang digunakan sebagai bahan utama dalam campuran beton, aspal, atau konstruksi lainnya. Agregat merupakan bahan dasar yang membentuk kerangka atau matriks dari suatu campuran. Biasanya, agregat terdiri dari bahan-bahan seperti kerikil, batu pecah, pasir, slag, atau serpihan batu lainnya.

Agregat digunakan dalam berbagai proyek konstruksi untuk memberikan kekuatan, stabilitas, dan volumetrik pada campuran beton. Saat agregat dicampur dengan bahan perekat seperti semen maka akan membentuk struktur padat yang kuat dan kokoh.

Pemilihan agregat yang tepat sangat penting dalam pembuatan beton yang berkualitas. Karakteristik fisik dan kimia dari agregat dapat mempengaruhi kualitas dan kinerja campuran. Kualitas agregat, seperti kekuatan, bentuk butiran, ketahanan terhadap abrasi, dan kebersihan, harus diperhatikan dalam pemilihan dan penggunaannya dalam proyek konstruksi.

Agregat juga memiliki peran penting dalam mendukung keberlanjutan dan efisiensi proyek konstruksi. Dalam beberapa kasus, agregat daur ulang dari limbah konstruksi dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengurangi penggunaan sumber daya alam dan mengurangi dampak lingkungan.

Agregat dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu :

2.2.2.1 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah salah satu komponen utama dalam campuran beton. Agregat kasar digunakan untuk memberikan volume, kekuatan, dan stabilitas pada beton. Partikel-partikel besar dari agregat kasar memberikan kerangka struktural yang kuat dalam campuran beton, sementara bahan perekat seperti semen dan air mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel agregat, membentuk pasta yang mengikat semua komponen bersama-sama.

Berikut adalah beberapa poin penting tentang agregat kasar dalam beton:

- a. Ukuran dan Bentuk: Agregat kasar memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan agregat halus, dengan ukuran butiran berkisar antara 5 milimeter hingga beberapa sentimeter. Agregat kasar biasanya berbentuk tidak beraturan atau agak bulat, tergantung pada sumber dan jenis materialnya.
- b. Kekuatan: Agregat kasar berperan sebagai elemen yang memberikan kekuatan dan stabilitas dalam campuran beton. Semakin kuat agregat kasar yang digunakan, semakin kuat pula beton yang dihasilkan.
- c. Pengisian Ruang: Agregat kasar mengisi ruang di antara partikel-partikel halus dan memberikan volume dalam campuran beton. Ini membantu mengurangi penggunaan pasta (semen dan air) yang lebih mahal dan membantu menghemat biaya konstruksi.
- d. Distribusi Kekuatan: Partikel agregat kasar membantu mendistribusikan beban tekanan secara merata dalam struktur beton, memastikan kekuatan dan daya tahan yang seimbang di seluruh struktur.
- e. Karakteristik Fisik: Agregat kasar harus memiliki karakteristik fisik yang baik, seperti kekuatan yang cukup, bentuk butiran yang sesuai, dan kebersihan yang memadai. Agregat kasar yang buruk dapat mengurangi kualitas beton dan mengurangi daya tahannya terhadap beban dan lingkungan eksternal.

Pemilihan agregat kasar yang tepat sangat penting untuk menghasilkan beton yang berkualitas dan sesuai dengan kebutuhan proyek konstruksi. Spesifikasi agregat kasar termasuk ukuran butiran, kekuatan, kebersihan, dan

kecocokan dengan agregat halus serta bahan perekat yang digunakan. Dengan penggunaan agregat kasar yang baik, beton dapat memiliki kekuatan, daya tahan, dan performa yang optimal dalam berbagai aplikasi konstruksi.

Ada beberapa pengujian fisik yang dilakukan pada agregat kasar, yaitu sebagai berikut :

a. Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

Pengujian analisa saringan pada agregat kasar adalah salah satu metode untuk mengevaluasi distribusi ukuran butiran dalam agregat kasar. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan ukuran butiran agregat kasar yang ada dalam sampel dan mengklasifikasikannya berdasarkan ukurannya.

Analisa Saringan juga digunakan untuk mengetahui modulus kehalusan dari agregat kasar. Modulus kehalusan dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Modulus Kehalusan} = \frac{\text{Jumlah \% tertinggal sampai no.100}}{100} \quad (2.1)$$

b. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Berat jenis atau densitas agregat kasar merupakan perbandingan berat per satuan volume agregat kasar terhadap air dalam volume yang sama. Pengujian berat jenis agregat kasar ini dilakukan untuk mengukur berat volumetrik agregat kasar. Selanjutnya pengujian penyerapan air agregat kasar, yaitu pengujian yang dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan agregat kasar menyerap air. Penyerapan air agregat kasar mempengaruhi kuantitas air yang ada dalam campuran beton dan berdampak pada kualitas dan kekuatan beton.

Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{B_k}{B_j - B_a} \quad (2.2)$$

$$\text{Berat jenis jenuh kering permukaan (JKP)} = \frac{B_j}{B_j - B_a} \quad (2.3)$$

$$\text{Berat jenis semu (apparent)} = \frac{B_k}{B_k - B_a} \quad (2.4)$$

$$\text{Penyerapan (Absorption)} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \quad (2.5)$$

Keterangan:

B_k = Berat benda uji kering

B_j = Berat benda uji jenuh kering permukaan (JKP)

B_a = Berat benda uji di dalam air

c. Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Berat isi (bulk density) adalah ukuran yang menggambarkan berat agregat kasar per unit volume totalnya, termasuk rongga-rongga dan pori-pori. Saat menghitung komponen campuran beton, berat agregat diperlukan saat mengukur jumlah material berdasarkan volume. Tujuan dari uji berat isi ini adalah untuk memberikan pedoman selama pemeriksaan untuk menentukan berat isi lepas dan berat isi padat dari agregat kasar.

Berat isi agregat kasar dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Berat Isi} = \frac{\text{Berat Contoh (Kg)}}{\text{Volume Tempat (Liter)}} \quad (2.6)$$

d. Pengujian Abrasi

Pengujian abrasi/keausan adalah kemampuan agregat menahan gesekan, yang dihitung berdasarkan rusaknya agregat dengan pemeriksaan agregat pada saringan nomor 12. Sebelum melakukan uji abrasi atau keausan, terlebih dahulu harus melakukan analisa saringan untuk mengetahui gradasi agregat, apakah tipe A, B, C atau D, dan untuk menentukan jumlah bola baja yang akan digunakan.

Pengujian abrasi dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Keausan Agregat} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \quad (2.7)$$

Keterangan:

A = Berat benda uji sebelum diuji

B = Berat benda uji setelah diuji (tertahan saringan No.12)

2.2.2.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah salah satu komponen utama dalam campuran beton. Agregat halus merupakan material berbutir kecil yang digunakan untuk memberikan volume, mengisi ruang antara agregat kasar, dan membentuk pasta dengan bahan perekat (semen dan air) dalam campuran beton.

Agregat halus dalam beton umumnya terdiri dari pasir alam atau pasir buatan dengan ukuran butiran yang lebih kecil daripada agregat kasar. Ukuran butiran agregat halus berkisar antara 75 mikrometer hingga 5 milimeter.

Peran agregat halus dalam beton adalah sebagai berikut:

- a. Pengisi Ruang: Agregat halus mengisi ruang antara agregat kasar, memberikan volume dalam campuran beton, dan membantu mencapai kerapatan yang baik.
- b. Pasta Perekat: Agregat halus berinteraksi dengan bahan perekat (semen dan air) untuk membentuk pasta yang mengikat seluruh campuran bersama-sama. Pasta ini berperan sebagai perekat yang menghubungkan agregat kasar dan halus, membentuk struktur beton yang padat dan kuat.
- c. Kekuatan dan Kelenturan: Agregat halus berkontribusi pada kekuatan dan kelenturan beton. Semakin baik pasta perekat yang terbentuk, semakin kuat dan lentur pula beton yang dihasilkan.
- d. Permeabilitas: Agregat halus juga mempengaruhi sifat permeabilitas beton. Dengan penggunaan yang tepat, agregat halus dapat membantu mengurangi permeabilitas beton dan meningkatkan ketahanan terhadap air dan bahan kimia.

Penggunaan agregat halus yang tepat dalam campuran beton merupakan salah satu faktor penting untuk menghasilkan beton yang berkualitas dengan sifat-sifat mekanis yang baik. Adapun beberapa pengujian fisik yang dilakukan pada agregat halus yaitu sebagai berikut:

- a . Analisa Saringan Agregat Halus

Analisa saringan pada agregat halus adalah proses untuk mengevaluasi distribusi ukuran butiran dalam agregat halus. Analisis saringan agregat halus penting untuk memahami distribusi ukuran butiran dalam agregat dan memastikan bahwa agregat halus yang digunakan dalam campuran beton

memiliki gradasi butiran yang sesuai. Penggunaan agregat halus yang memiliki distribusi ukuran yang baik akan membantu mencapai campuran beton yang homogen dan menghasilkan kekuatan beton yang maksimal.

Analisa Saringan juga digunakan untuk mengetahui modulus kehalusan dari agregat halus. Modulus kehalusan dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Modulus Kehalusan} = \frac{\text{Jumlah \% tertinggal sampai no.100}}{100} \quad (2.8)$$

b. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus

Pengujian berat jenis digunakan untuk mengukur berat jenis agregat halus, yang menunjukkan berat agregat dibandingkan dengan berat volume yang sama terhadap air murni. Selanjutnya pengujian penyerapan air, yaitu dilakukan untuk menentukan jumlah air yang diserap oleh agregat halus setelah direndam di dalam air. Penyerapan air yang tinggi dapat mempengaruhi sifat-sifat beton.

Berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{BK}{Ba+Bj-Bt} \quad (2.9)$$

$$\text{Berat jenis jenuh kering permukaan (JKP)} = \frac{Bj}{Ba+Bj-Bt} \quad (2.10)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{BK}{Ba+Bj-Bt} \quad (2.11)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{Bj-BK}{BK} \quad (2.12)$$

Keterangan:

Bj = Berat benda uji jenuh kering permukaan (JKP)

BK = Berat benda uji kering

Ba = Berat piknometer diisi air

Bt = Berat piknometer + benda uji (JKP) + air

c. Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Berat isi (bulk density) adalah ukuran yang menggambarkan berat agregat halus per unit volume totalnya, termasuk rongga-rongga dan pori-pori. Pengujian ini digunakan untuk mengukur tingkat kepadatan atau kompaksi dari suatu benda atau material. Berbeda dengan berat jenis yang hanya mengukur berat material tanpa mempertimbangkan rongga-rongga atau pori-pori di dalamnya, berat isi mencakup seluruh volume material termasuk rongga yang mungkin ada di dalamnya. Oleh karena itu, berat isi biasanya lebih rendah daripada berat jenis karena menghitung keseluruhan volume material termasuk ruang kosongnya.

Berat isi agregat halus dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Berat Isi} = \frac{\text{Berat Contoh (Kg)}}{\text{Volume Tempak (Liter)}} \quad (2.13)$$

d. Pengujian Kotoran Organik

Pengujian kotoran organik pada agregat halus adalah pengujian yang dilakukan untuk menilai kandungan bahan-bahan organik yang terdapat dalam agregat halus. Bahan-bahan organik ini bisa berupa tanah, dedaunan, akar, dan sisa-sisa organisme lain yang masuk ke dalam agregat selama proses penggalian, pengangkutan, atau penyimpanan. Kotoran organik dapat mempengaruhi kualitas agregat halus dan akhirnya mempengaruhi sifat dan performa beton atau campuran konstruksi lainnya.

Hasil pengujian kotoran organik pada agregat halus harus disesuaikan dengan SNI-03-2816-1992, dimana dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Hubungan Antara Warna Cairan Dan Pengurangan (Reduksi) Kuat Tekan Akibat Bahan Organik Berdasarkan *Abras* Dan *Harder*

No. standar pelaksanaan	Reduksi kuat tekan	Warna cairan	Pasir
1	0	Tidak berwarna hingga warna kuning muda	Bisa dipakai
2	10 - 20	Kuning muda	Kadang-kadang dipakai
3	15 - 30	Merah kekuning-kuningan	Dipakai untuk lantai biasa
4	25 - 50	Coklat kemerah-merahan	Tidak bisa dipakai
5	50 - 100	Coklat tua	Tidak bisa dipakai

Sumber: SNI-03-2816-1992

2.2.3 Air

Air memiliki peran yang sangat penting dalam pembuatan beton. Air digunakan sebagai salah satu bahan campuran (selain semen, agregat, dan aditif) untuk membentuk campuran beton yang dapat dicetak, dituang, atau diaplikasikan dengan mudah dalam proses konstruksi. Selain itu, air juga berperan dalam proses hidrasi semen yang memungkinkan beton mengeras menjadi bahan konstruksi yang kuat.

Beberapa peran penting air dalam beton yaitu:

1. Reaksi Hidrasi

Proses hidrasi adalah reaksi kimia antara semen dan air, yang menghasilkan pembentukan produk hidrat (gypsum dan hidrat silikat kalsium) yang memberikan kekuatan dan stabilitas pada beton. Jumlah air yang tepat dibutuhkan untuk reaksi hidrasi yang optimal, karena terlalu sedikit atau terlalu banyak air dapat mengganggu pembentukan hidrat dan mengurangi kekuatan beton.

2. Kelarutan Campuran

Air bertindak sebagai pelarut bagi bahan-bahan kimia dalam campuran beton. Ini memungkinkan bahan-bahan seperti aditif dan bahan tambah lainnya untuk tercampur dan didistribusikan secara merata di dalam campuran beton.

3. *Workability*

Kemudahan pengerjaan (*workability*) merupakan kemampuan beton untuk dicetak atau dituang dengan mudah ke dalam bentuk yang diinginkan. *Workability* ini penting untuk proses pengecoran, karena memungkinkan beton mengalir dengan lancar dan mengisi seluruh area cetakan dengan baik.

4. Pengaruh Suhu

Jumlah air dalam campuran beton juga dapat mempengaruhi suhu beton selama proses pengeringan dan penguatan. Suhu yang tepat selama tahap-tahap awal penguatan dapat mempengaruhi kekuatan dan ketahanan akhir dari beton.

2.2.4 Bahan Tambah

Bahan tambah pada beton adalah bahan kimia ataupun bahan mineral yang ditambahkan ke dalam campuran beton untuk memodifikasi sifat-sifat atau karakteristik dari beton, serta digunakan juga untuk meningkatkan kinerja terhadap beton. Bahan tambah pada beton digunakan untuk mengoptimalkan campuran beton sesuai dengan kebutuhan konstruksi dan lingkungan tertentu. Penggunaan bahan tambah telah banyak digunakan dalam industri konstruksi karena kemampuannya untuk meningkatkan *workability*, kekuatan, tahan air, atau sifat-sifat lain dari beton.

Ada dua jenis bahan tambah, yaitu:

2.2.4.1 Bahan Tambah Kimia (*chemical admixture*)

Bahan tambah kimia (*chemical admixture*) pada beton adalah jenis bahan tambah yang ditambahkan ke dalam campuran beton untuk memodifikasi sifat-sifat dari beton secara kimia. Bahan tambah ini digunakan untuk meningkatkan performa beton dengan mengubah atau mempengaruhi reaksi kimia antara semen, air, dan bahan-bahan lain dalam campuran beton.

Bahan tambah kimia digunakan dalam jumlah yang relatif kecil dibandingkan dengan bahan utama seperti semen dan agregat. Bahan tambah kimia ditambahkan ke dalam campuran beton dalam bentuk cairan atau bubuk dan dicampur dengan baik agar terdistribusi merata.

Beberapa jenis bahan tambah kimia yang umum digunakan pada beton yaitu:

- a. *Superplasticizers* (Pengurang Air Tinggi): *Superplasticizers* adalah bahan tambah yang sangat efektif dalam mengurangi kuantitas air yang diperlukan dalam campuran beton tanpa mengurangi *workability*. Hal ini membantu meningkatkan kekuatan beton dan mengurangi pori-pori udara dalam beton.
- b. *Accelerators* (Percepat Pengerasan): *Accelerators* adalah bahan tambah yang digunakan untuk mempercepat proses hidrasi semen sehingga beton mengeras lebih cepat. Bahan tambah ini sering digunakan dalam kondisi cuaca dingin atau ketika beton perlu cepat digunakan.
- c. *Retarders* (Perlambat Pengerasan): *Retarders* adalah bahan tambah yang memperlambat proses hidrasi semen, sehingga beton membutuhkan lebih banyak waktu untuk mengeras. Ini memberikan waktu kerja yang lebih lama bagi pekerja untuk mengolah beton.
- d. *Air-Entraining Admixtures* (Pembang Udara): *Air-Entraining admixtures* menghasilkan gelembung udara ke dalam campuran beton untuk meningkatkan ketahanan beton terhadap perubahan suhu dan retak akibat beku.
- e. *Corrosion Inhibitors* (Penghambat Korosi): *Corrosion inhibitors* digunakan untuk melindungi baja tulangan dalam beton dari korosi yang disebabkan oleh penetrasi air dan ion klorida.
- f. *Coloring Admixtures* (Pewarna): *Coloring admixtures* digunakan untuk memberikan warna tertentu pada beton, mencocokkan beton dengan lingkungan sekitarnya atau kebutuhan estetika proyek.

2.2.4.2 Bahan Tambah Mineral (*Additive*)

Bahan tambah mineral (*additive*) pada beton adalah jenis bahan tambah yang ditambahkan ke dalam campuran beton untuk menggantikan atau memperkuat bagian dari bahan utama, seperti semen dalam campuran beton. Bahan tambah ini berasal dari sumber mineral dan digunakan untuk meningkatkan performa beton atau mempengaruhi sifat-sifat beton dalam aplikasi konstruksi.

Beberapa bahan tambah mineral yang umum digunakan pada beton adalah:

- a. *Fly Ash*: *Fly ash* adalah sisa abu yang dihasilkan dari pembakaran batubara dalam pembangkit listrik tenaga batu bara. *Fly ash* dapat digunakan sebagai bahan tambah mineral dalam beton untuk menggantikan sebagian semen Portland. Penggunaan *fly ash* dalam campuran beton dapat meningkatkan kekuatan, ketahanan terhadap sulfat, dan ketahanan terhadap reaksi alkali-silika.
- b. Slag Semen (*Ground Granulated Blast Furnace Slag/GGBFS*): Slag semen adalah sisa dari proses pembuatan baja dalam *blast furnace* (tanur tinggi). Slag semen dapat digunakan sebagai bahan tambah mineral dalam beton untuk menggantikan sebagian semen Portland. Penggunaan slag semen dapat meningkatkan kekuatan, ketahanan terhadap sulfat, dan mengurangi reaksi alkali-silika.
- c. *Silica Fume*: *Silica fume* juga dikenal sebagai *microsilica*, adalah limbah industri dari proses pembuatan silikon atau ferrosilikon. *Silica fume*

digunakan sebagai bahan tambah mineral dalam beton untuk meningkatkan ketahanan terhadap klorida, tahanan terhadap abrasi, dan kekuatan beton.

- d. Metakaolin: Metakaolin adalah produk samping dari produksi kaolin yang dipanaskan secara tinggi. Metakaolin digunakan sebagai bahan tambah mineral dalam beton untuk meningkatkan kekuatan, daya tahan terhadap kimia, dan ketahanan terhadap abrasi.

Penggunaan bahan tambah mineral pada beton dapat membantu meningkatkan performa beton dalam berbagai aplikasi konstruksi. Bahan tambah mineral ini dapat mengurangi konsumsi semen dan dampak lingkungan yang diakibatkannya, serta meningkatkan ketahanan dan kinerja beton dalam jangka panjang. Sama halnya dengan bahan tambah lainnya, penggunaan bahan tambah mineral harus sesuai dengan standar dan pedoman yang berlaku, serta dosis bahan tambah yang tepat harus dihitung agar campuran beton mencapai kualitas dan sifat-sifat yang diinginkan.

Berdasarkan jenisnya, bahan tambah mineral dibagi menjadi dua yaitu pozzolan dan filler.

- a. Pozzolan

Pozzolan adalah bahan alami atau buatan yang digunakan sebagai bahan tambah pada beton untuk meningkatkan sifat-sifatnya. Bahan tambah pozzolan ini dapat digunakan sebagai pengganti sebagian semen portland dalam campuran beton atau sebagai bahan campuran tambahan bersama dengan semen portland.

Pozzolan biasanya mengandung silika, alumina, dan zat lain yang memiliki kemampuan reaktif ketika dicampur dengan kalsium hidroksida dalam semen saat proses hidrasi. Reaksi antara pozzolan dan kalsium hidroksida menghasilkan produk hidrat yang kuat dan stabil, yang meningkatkan kekuatan dan ketahanan beton.

b. Filler (bahan pengisi)

Filler merupakan kumpulan mineral yang sebagian besar melewati saringan No. 200 (75 μm). Fungsi bahan pengisi adalah untuk mengisi rongga-rongga antar agregat, yang dimaksudkan untuk meningkatkan densitas campuran beton dan mengurangi permeabilitasnya.

Bahan filler yang umum digunakan dalam beton adalah bahan alami atau buatan, seperti pasir, serbuk batu, serbuk terak, serbuk beton, dan bahan lainnya yang memiliki ukuran butiran halus. Penggunaan filler bertujuan untuk mengisi rongga yang ada pada campuran beton sehingga menciptakan struktur yang lebih padat dan seragam.

2.3 Abu Kulit Kopi

Kulit kopi merupakan limbah hasil dari penggilingan buah kopi kering, dimana kulit kopi yang dihasilkan bagian kedua terbesar setelah biji kopi. Pada proses penggilingan, buah kopi dapat menghasilkan limbah kulit kopi yang cukup banyak. Namun pemanfaatan Kulit kopi ini masih cukup terbatas, biasanya kulit kopi hanya dibuang begitu saja sebagai limbah dimana dapat menyebabkan

masalah lingkungan seperti pencemaran dan penumpukan limbah jika dibiarkan secara terus-menerus. Untuk itu, perlu dicari alternatif lain terhadap pemanfaatan dan pengolahan kulit kopi ini agar dapat menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat dan berguna sehingga dapat mengurangi jumlah limbah yang terus menumpuk.

Abu kulit kopi adalah hasil pembakaran kulit kopi, bahan sisa atau limbah hasil penggilingan biji kopi. Abu kulit kopi dapat dikategorikan sebagai bahan tambah mineral yang bisa dimanfaatkan atau digunakan sebagai campuran pada beton sebagai filler (bahan pengisi) untuk meningkatkan kinerja beton.

Penggunaan abu kulit kopi sebagai bahan tambah pada beton dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain meningkatkan kinerja mekanik beton, mengurangi kebutuhan akan bahan utama beton (semen), serta mengurangi emisi gas rumah kaca selama proses produksi beton. Selain itu, pemanfaatan limbah kulit kopi pada industri konstruksi juga dapat membantu mengurangi masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh pembuangan limbah hasil dari industri kopi.

2.4 Perancangan Campuran Beton SNI 7656: 2012 (Adopsi ACI 211.1-91)

Perancangan campuran beton adalah proses mengatur proporsi dan jenis bahan-bahan yang akan digunakan dalam pencampuran beton guna mencapai sifat-sifat dan kinerja yang diinginkan. perancangan campuran beton melibatkan pemilihan jenis semen, agregat, air, aditif, dan proporsi masing-masing komponen tersebut.

Beton harus didesain dengan mempertimbangkan ketersediaan material, kemudahan pelaksanaan serta keawetan dan kekuatan beton. ACI melihat bahwa untuk ukuran agregat tertentu, jumlah air per meter kubik menentukan tingkat konsistensi campuran beton, yang pada akhirnya mempengaruhi *workability*.

Dalam perancangan campuran beton menggunakan SNI 7656: 2012 hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu sebagai berikut :

1. Kuat Tekan Rata-Rata (f'_{cr})

Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan dapat dihitung dengan rumus:

$$f'_{cr} = f'_c + k.S \quad (2.14)$$

Keterangan:

f'_c = Mutu beton awal perencanaan

$k.S$ = Faktor koreksi deviasi

f'_{cr} = Mutu beton rencana

Jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar benda uji, maka dapat digunakan tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Kekuatan Tekan Rata-Rata Perlu

Kekuatan tekan disyaratkan (MPa)	Kekuatan tekan rata-rata perlu (MPa)
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7,0$
$21 < 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8,3$
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1,10 f'_c + 5,0$

Sumber: SNI 7656: 2012

2. Jumlah Air

Jumlah air yang digunakan dalam campuran beton memiliki pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik dan kualitas akhir beton. Oleh karena itu, pemilihan jumlah air yang tepat dalam campuran beton adalah faktor yang sangat penting dalam merancang campuran yang memiliki kualitas dan kinerja yang diinginkan.

Jumlah air yang diperlukan berdasarkan nilai slump dan ukuran butir maksimum agregat dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Perkiraan Air Campuran Dan Persyaratan Kandungan Udara Pada
Beton

Air (kg/m ³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump (mm)	9,5 mm	12,7 mm	19 mm	25 mm	37,5 mm	50 mm	75 mm	150 mm
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
> 175	-	-	-	-	-	-	-	-
Banyaknya udara pada beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Beton dengan tambahan udara								
25-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
> 175	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kandungan udara yang disarankan: Ringan (%)	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Sedang (%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
Berat (%)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

Sumber: SNI 7656: 2012

3. Faktor Air Semen (Fas)

Faktor air semen (Fas) pada beton mengacu pada perbandingan antara berat atau volume air dengan berat semen dalam campuran beton. Faktor air semen memiliki pengaruh langsung terhadap kekuatan beton. Semakin rendah rasio air semen, semakin tinggi kekuatan beton. Ini disebabkan oleh lebih sedikit air memungkinkan lebih banyak partikel semen dan agregat berinteraksi sehingga akan menghasilkan matriks beton yang lebih padat dan kuat. Faktor air semen juga mempengaruhi konsistensi beton segar. Jumlah air yang lebih tinggi membuat campuran beton lebih cair, sementara jumlah air yang lebih rendah membuatnya lebih kental. Konsistensi yang tepat sangat penting dalam proses pengecoran dan pemadatan. Nilai faktor air semen dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Nilai Faktor Air Semen Menurut ACI

Kekuatan tekan pada umur 28 hari (MPa)	Fas	
	Beton tanpa kandungan udara (<i>non air entrained</i>)	Beton dengan kandungan udara (<i>entrained</i>)
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

Sumber: SNI 7656: 2012

4. Volume Agregat

Volume agregat pada beton mengacu pada proporsi atau persentase volume agregat kasar dan halus yang digunakan dalam campuran beton. Penggunaan agregat dalam jumlah yang tepat sangat penting untuk memastikan kualitas dan kinerja beton.

Dalam merancang campuran beton, volume agregat biasanya dihitung sebagai persentase dari volume total campuran beton. Jumlah agregat yang digunakan akan memengaruhi berbagai sifat dan karakteristik beton, termasuk kekuatan, konsistensi, kerapatan, dan ketahanan terhadap deformasi.

Volume agregat kasar dapat ditentukan menggunakan ukuran butiran maksimum agregat dan modulus kehalusannya berdasarkan tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5 Volume Agregat Kasar/m³ Beton

Ukuran agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering/m ³ untuk berbagai modulus kehalusan butir			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
15	0,87	0,85	0,83	0,81

Sumber: SNI 7656: 2012

5. Berat Beton Segar

Berat beton segar adalah berat total campuran beton dalam keadaan segar sebelum mengeras. Berat ini mencakup berat semua komponen dalam campuran, termasuk semen, air, agregat, dan aditif jika ada. Berat beton segar diukur dalam satuan kilogram atau ton, tergantung pada skala produksi.

Perkiraan berat beton segar dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.6 berikut:

Tabel 2.6 Berat Beton Segar

Ukuran agregat maksimum	Beton <i>air entrained</i>	Beton <i>non air entrained</i>
9,5	2200	2280
12,5	2230	2310
19	2275	2345
25	2290	2380
37,5	2350	2410
50	2345	2445
75	2405	2490
150	2435	2530

Sumber: SNI 7656: 2012

2.5 Pengujian Slump

Pengujian slump beton adalah metode standar yang digunakan untuk mengukur konsistensi dan kelecakan beton segar selama proses pengerjaan.

Konsistensi beton yang tepat sangat penting untuk memastikan beton dapat

dicampur, diatur, ditempatkan, dan dipadatkan dengan efektif. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur perubahan tinggi beton setelah kerucut khusus diangkat dari permukaan beton segar.

Pengujian slump membantu menilai kualitas campuran beton segar dan memastikan bahwa campuran memiliki konsistensi yang sesuai dengan persyaratan desain struktur. Hasil pengujian slump dapat memberikan informasi penting untuk mengatur waktu pengerjaan beton, termasuk saat pengecoran dan pemadatan.

2.6 Karakteristik Sifat Mekanik Beton

Sifat mekanik beton mengacu pada karakteristik dan perilaku beton terhadap beban dan gaya eksternal yang bekerja pada material tersebut. Sifat mekanik beton mencakup beberapa parameter penting yang menggambarkan kinerja dan kemampuan beton dalam berbagai situasi beban dan lingkungan.

Adapun karakteristik sifat mekanik beton yaitu kuat tekan beton dan kuat tarik belah.

2.6.1 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton untuk menahan beban tekan tanpa mengalami kegagalan. Pengukuran kuat tekan beton biasanya dilakukan dengan menguji sampel beton di laboratorium menggunakan mesin uji tekan (*compression testing machine*). Hasil pengujian ini akan memberikan nilai

kuat tekan beton dalam satuan tekanan, seperti megapascal (MPa) atau pound per inci persegi (psi).

Kuat tekan beton sangat penting karena merupakan parameter yang mendasari dalam mendesain struktur beton. Semakin tinggi nilai kuat tekan beton, semakin baik kemampuan beton untuk menahan beban tekan dan beban berat dari struktur di atasnya.

Nilai kuat tekan beton dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk:

1. Rasio Air-Semen (Water-Cement Ratio): Semakin rendah rasio air-semen, semakin tinggi kuat tekan beton. Rasio air-semen yang rendah menghasilkan campuran beton yang lebih padat dan kuat.
2. Kualitas Bahan Baku: Kualitas semen, agregat, dan bahan tambah yang digunakan dalam campuran beton akan mempengaruhi kuat tekan beton.
3. Pengerasan dan Curing: Proses perawatan beton dan pengerasan beton yang baik akan berkontribusi pada peningkatan kuat tekan beton.
4. Jenis dan Kuantitas Bahan Tambah: Penggunaan aditif atau bahan tambah lainnya juga dapat mempengaruhi kuat tekan beton.

Kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (2.15)$$

Keterangan:

f'_c = Kuat tekan beton (MPa, kg/cm²)

P = Gaya tekan aksial (kg, N)

A = Luas penampang benda uji (mm², cm²)



Gambar 2.1 Mesin Pengujian Kuat Tekan

Sumber: Foto Dokumentasi, Laboratorium Teknik Unbari (2023)

2.6.2 Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah didefinisikan sebagai nilai kuat tarik langsung benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari pembebanan benda uji secara mendatar sejajar permukaan meja tekan tempat pengujian (SNI 03-2491-2002).

Benda uji yang digunakan pada pengujian tarik belah berbentuk silinder atau kubus seperti pada pengujian kuat tekan, namun benda uji silinder biasanya lebih sering digunakan pada pengujian kuat tarik belah. Hasil dari uji kuat tarik belah beton akan memberikan nilai kuat tarik belah beton dalam satuan tekanan, seperti megapascal (MPa) atau pound per inci persegi (psi). Kuat tarik belah beton ini memberikan informasi penting tentang ketahanan beton terhadap gaya tarik dan dapat digunakan dalam analisis desain struktur beton yang akan mengalami beban tarik.

Kuat tarik belah beton dapat dihitung dengan rumus:

$$T = \frac{2P}{\pi.L.D} \quad (2.16)$$

Keterangan:

T = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban maksimum yang diberikan (N)

L = Panjang benda uji

D = Diameter benda uji



Gambar 2.2 Alat Uji Kuat Tarik Belah Beton

Sumber: Foto Dokumentasi, Laboratorium Teknik Unbari (2023)

2.7 Penelitian Terdahulu

Studi penelitian terdahulu dimaksudkan untuk mendapatkan bahan perbandingan dan acuan terhadap penelitian yang dilakukan. Adapun penelitian terdahulu yang digunakan penulis sebagai acuan yaitu:

Penelitian yang dilakukan oleh I Gusti Ngurah Sasmitha, Dkk (2014), tentang Pengaruh Penambahan Abu Kulit Kopi Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton. Yang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana

pengaruh penambahan abu kulit kopi terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton yang dihasilkan serta bagaimana hubungan antara kuat tekan dan modulus elastisitasnya. Jumlah benda uji silinder yang digunakan adalah tiga buah untuk setiap perlakuan tanpa pengulangan dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Komposisi campuran beton diperoleh berdasarkan rancangan campuran sesuai SNI 03-2834-2000 dengan target kuat tekan 25 MPa. Semen yang digunakan adalah PC dengan variasi penambahan abu kulit kopi: 5%, 10%, dan 15% terhadap berat semen. Perawatan beton dilakukan dengan cara perendaman. Pengujian f_c dan E dilakukan pada umur 28 dan 56 hari. Hasil penelitian menunjukkan pada penambahan 10% abu kulit kopi terjadi peningkatan maksimum sebesar 11,54% pada umur uji 28 hari dan 16,67% pada umur uji 56 hari untuk f_c beton dibandingkan tanpa penambahan abu kulit kopi. Sedangkan nilai E pada penambahan yang sama diperoleh peningkatan sebesar 6,42% pada umur uji 28 hari dan 25,96% pada umur uji 56 hari dibandingkan tanpa penambahan abu kulit kopi. Pada penambahan 15% justru terjadi penurunan baik f_c dan E. Hubungan antara f_c dan E menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan hubungan yang terdapat pada SNI.

Penelitian yang dilakukan oleh Firew B. Asfaw, Dkk (2022), tentang Pengaruh Sifat Fisik Dan Kimia Abu Kulit Kopi Terhadap Penggantian Sebagian Semen Dalam Produksi Beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan kimia dari Abu Kulit Kopi dengan menggunakan uji X-ray diffraction (XRD), Scanning electron mikroskop (SEM), dan Fourier Transforms Infrared Spectroscopy (FTIR), kemudian dilakukan percobaan untuk menentukan kuat

tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur serta uji durabilitas juga dilakukan. Benda uji yang digunakan adalah beton berbentuk kubus dengan ukuran 150 mm x 150 mm x 150 mm yang disiapkan dengan penggantian sebagian semen menggunakan Abu Kulit Kopi dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Uji laboratorium dilakukan berdasarkan ASTM C.39 dengan mutu rencana 25 MPa. Pengujian dilakukan pada umur 7, 14 dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar persen penggantian, material kristalin semakin meningkat, konsentrasi silikat menurun, dan pori-pori mikro atau rongga udara meningkat, yang dapat menyebabkan penurunan kekuatan beton. Dalam hal sifat mekanik beton, pada penggantian 5% abu kulit kopi terhadap semen terjadi peningkatan maksimum sebesar 7,17% pada umur uji 28 hari untuk f'_c beton dibandingkan tanpa penambahan abu kulit kopi. Sama halnya dengan kuat tekan beton, persentase peningkatan kuat lentur dan kuat tarik belah beton juga mengalami peningkatan maksimum pada penggantian 5% abu kulit kopi terhadap semen dibandingkan beton tanpa penambahan abu kulit kopi. Pada penambahan 10% dan seterusnya justru terjadi penurunan baik kuat tekan maupun kuat lentur dan kuat tarik belah beton. Terakhir, penyerapan air dan serangan sulfat dari beton yang diganti sebagian semennya menggunakan abu kulit kopi menunjukkan adanya peningkatan daya tahan beton.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian dimulai pada tanggal 27 Desember 2022 berdasarkan surat izin penggunaan fasilitas laboratorium dari Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi. Dan penelitian bertempat di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

3.2 Material Dan Benda Uji Penelitian

Adapun material dan benda uji yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Abu kulit kopi (AKK) diambil dari Desa Nilo Dingin, Kec. Lembah Masurai, Kab. Merangin.
2. Material yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut :
 - a. Agregat kasar berupa batu pecah berasal dari Kota Jambi.
 - b. Agregat halus berupa pasir dari Kota Jambi.
 - c. Semen portland tipe PCC.
3. Pengujian beton dilaksanakan pada umur 28 hari.
4. Pengujian beton menggunakan benda uji silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sebanyak 24 buah benda uji.

Jumlah benda uji yang direncanakan berdasarkan kadar penambahan abu kulit kopi dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji Yang Direncanakan

Kadar penambahan AKK	Pengujian	Silinder	Umur Beton 28 Hari	Jumlah Sampel
0%	Kuat Tekan	Ø15 x 30 cm	3	12
7,5%			3	
10%			3	
12,5%			3	
0%	Kuat Tarik	Ø15 x 30 cm	3	12
7,5%			3	
10%	Belah		3	
12,5%			3	
				24

Sumber: Data olahan (2023)

3.3 Alat-Alat Yang Digunakan Pada Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Timbangan

Digunakan untuk penimbangan material yang akan digunakan pada saat penelitian.

2. Satu set saringan

Digunakan untuk analisa saringan pada material yang akan digunakan, baik agregat kasar maupun agregat halus. Dan juga digunakan untuk

membagi ukuran butiran agregat yang akan digunakan pada beberapa pengujian dan pemeriksaan material.

3. Oven

Digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan uji yang digunakan pada saat pemeriksaan material.

4. Kompor gas

Digunakan untuk mengeringkan material pada saat pengujian dan untuk memanaskan belerang pada saat capping silinder beton.

5. Quartering

Digunakan untuk membagi butiran agregat secara merata pada saat akan dilakukan pemeriksaan, baik agregat kasar maupun halus.

6. Piknometer

Digunakan untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus.

7. Botol gelas dan organik plate

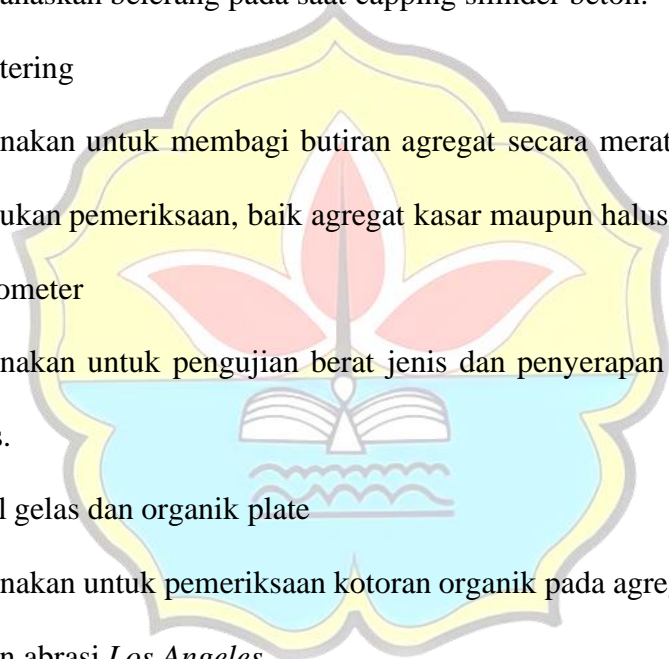
Digunakan untuk pemeriksaan kotoran organik pada agregat halus.

8. Mesin abrasi *Los Angeles*

Digunakan untuk pengujian material agregat kasar, dengan maksud untuk mengetahui kekuatan agregat terhadap keausan.

9. Mesin molen

Digunakan untuk mengaduk campuran material beton pada saat proses pengecoran.



10. Kerucut slump

Digunakan untuk pengujian slump beton pada saat pelaksanaan pengecoran.

11. Cetakan silinder

Digunakan untuk mencetak benda uji beton yang telah dicor.

12. Mesin tekan

Digunakan pada saat pengujian kuat tekan maupun kuat tarik belah beton. Dengan tujuan untuk mengetahui mutu beton yang dihasilkan, apakah memenuhi spesifikasi dan standar yang telah ditetapkan atau tidak.

3.4 Pemeriksaan Fisik Material

Pemeriksaan dan pengujian material bertujuan untuk mengetahui kualitas material yang akan digunakan sebagai bahan penyusun beton.

3.4.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar dan Agregat Halus (SNI ASTM C 136: 2012)

a. Tujuan

Untuk memperoleh jumlah persentase butiran, baik agregat kasar maupun agregat halus. Agar mengetahui agregat yang digunakan apakah sesuai spesifikasi atau tidak.

b. Peralatan

1. Satu set saringan
2. Timbangan

3. Oven
 4. Mesin pengguncangan saringan
 5. Kuas
 6. Sendok dan alat-alat lainnya
- c. Langkah Pengujian
1. Siapkan material untuk diuji, lalu diquartering.
 2. Hasil quartering ditimbang dan dicuci.
 3. Benda uji dikeringkan dengan oven/kompor.
 4. Dinginkan sampai dengan suhu ruang.
 5. Lalu saring dengan saringan yang disusun dari ukuran terbesar sampai terkecil paling bawah.
 6. Benda uji yang tertahan pada setiap saringan kemudian ditimbang.

3.4.2 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar Dan Halus (SNI-03-4804-1998)

- a. Tujuan
- Untuk memperoleh nilai-nilai bobot isi agregat dalam kondisi lepas atau dipadatkan.
- b. Peralatan
1. Timbangan
 2. Batang penusuk dan mistar perata
 3. Alat penakar berbentuk silinder
 4. Sekop atau sendok

c. Langkah Pengujian

1. Kondisi Lepas

- a). Timbang wadah kosong lalu catat beratnya (B).
- b). Masukkan benda uji ke dalam wadah dengan perlahan sampai penuh dengan sekop.
- c). Ratakan permukaan wadah menggunakan mistar perata.
- d). Timbang dan catatlah beratnya beserta benda uji (A).
- e). Hitunglah berat dari benda uji (A-B).
- f). Lakukan pengujian sebanyak 2 kali.

2. Kondisi Padat

- a). Timbang wadah kosong dan catat beratnya (B).
- b). Masukkan benda uji ke dalam wadah lalu bagi menjadi 3 lapis dengan ketebalan yang sama ($\pm 1/3$ wadah).
- c). Setiap lapisan dipadatkan menggunakan tongkat penusuk sebanyak 25 kali tusukan secara rata.
- d). Setelah penuh ratakan permukaan wadah menggunakan mistar perata.
- e). Timbang dan catat berat wadah beserta dengan benda uji (A).
- f). Hitung berat dari benda uji (A-B-C).
- g). Lakukan pengujian dengan cara sama ini sebanyak 2 kali.

3.4.3 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar (SNI 1969:2008)

a. Tujuan

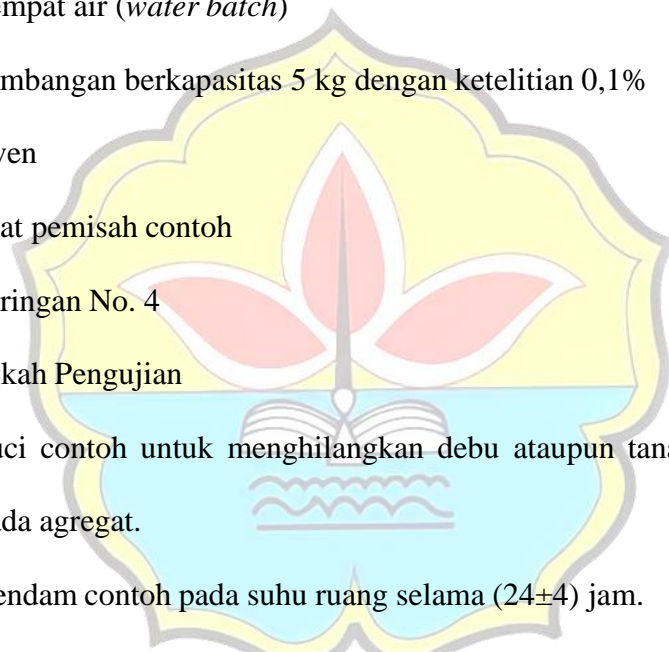
Untuk mengetahui berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu, serta penyerapan agregat kasar.

b. Peralatan

1. Keranjang kawat
2. Tempat air (*water batch*)
3. Timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 0,1%
4. Oven
5. Alat pemisah contoh
6. Saringan No. 4

c. Langkah Pengujian

1. Cuci contoh untuk menghilangkan debu ataupun tanah yang melekat pada agregat.
2. Rendam contoh pada suhu ruang selama (24 ± 4) jam.
3. Contoh ditimbang di dalam air (pada saat penimbangan contoh harus selalu terendam).
4. Contoh dikeluarkan dari keranjang, lalu dilap hingga mencapai kondisi SSD.
5. Timbang contoh dalam kondisi jenuh kering permukaan (SSD).
6. Oven contoh pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga beratnya konstan.
7. Dinginkan contoh sampai suhu ruang, lalu ditimbang.



3.4.4 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus (SNI 1970: 2008)

a. Tujuan

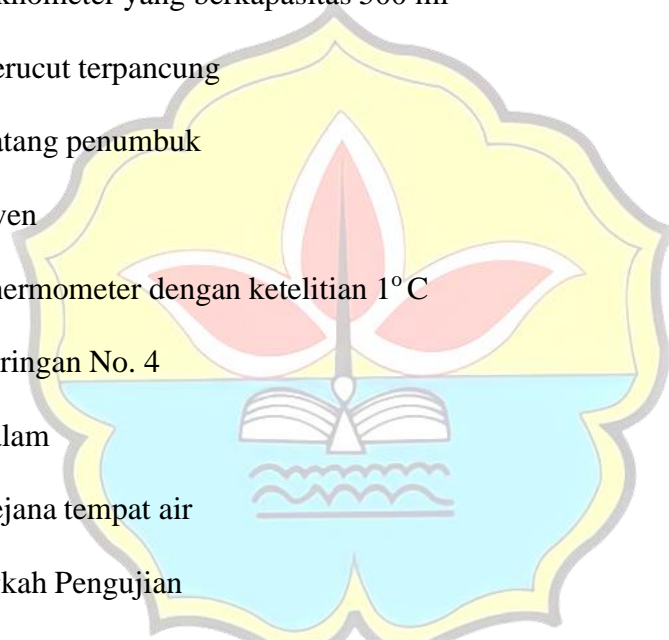
Untuk mengetahui berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu, serta penyerapan agregat halus.

b. Peralatan

1. Timbangan kapasitas 1 kg dengan ketelitian 0,1%
2. Piknometer yang berkapasitas 500 ml
3. Kerucut terpancung
4. Batang penumbuk
5. Oven
6. Thermometer dengan ketelitian 1°C
7. Saringan No. 4
8. Talam
9. Bejana tempat air

c. Langkah Pengujian

1. Rendam contoh uji didalam pan selama (24 ± 4) jam.
2. Air yang berlebih ditiriskan (jangan sampai filler terbuang), lalu angin-anginkan contoh uji sampai kondisi jenuh kering permukaan, dan cek kondisi tersebut menggunakan kerucut terpancung.
3. Jika sudah dalam kondisi jenuh kering permukaan, contoh uji tersebut ditimbang seberat 500 gram untuk dilakukan pengujian.



4. Contoh dimasukkan ke dalam piknometer yang telah ditera sebelumnya lalu masukkan air hingga contoh uji terendam.
5. Udara yang terperangkap dikeluarkan menggunakan alat vacuum pump, lihat skala manometer dan harus menunjukkan angka 730 mm Hg.
6. Diamkan selama 15 menit sambil sesekali diguncang-guncang.
7. Vacuum pump dimatikan dan tambahkan air mencapai batas tera pada leher tutup piknometer lalu ditimbang.
8. Contoh dan air dituangkan dari piknometer ke dalam pan yang telah disiapkan, lalu dioven pada suhu $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya konstan.
9. Dinginkan contoh hingga mencapai suhu ruang lalu ditimbang.

3.4.5 Pemeriksaan Kotoran Organik Agregat Halus (SNI 03-2816-1992)

a. Tujuan

Untuk mengetahui kandungan kotoran organik pada agregat halus yang akan digunakan sebagai campuran beton.

b. Peralatan

1. Botol gelas berskala, tidak berwarna, tidak karat, dengan isi sekitar 350 ml
2. Larutan NaOH 3%
3. Standar warna atau organic plate

c. Langkah pengujian

1. Benda uji dimasukkan ke dalam botol kira-kira $\frac{1}{3}$ nya.

2. Tambahkan larutan NaOH 3% sampai kira-kira $\frac{2}{3}$ botol, tutup botol lalu kocok kuat-kuat.
3. Biarkan kira-kira kurang lebih 24 jam.
4. Bandingkan warna yang terjadi dengan warna *organic plate*.

3.4.6 Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles (SNI 03-2417: 2008)

a. Tujuan

Untuk mengetahui tingkat kekerasan agregat kasar dan ketahanannya terhadap keausan.

b. Peralatan

1. Mesin abrasi Los Angeles
2. Timbangan
3. Saringan No. 12 dan saringan $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", dan $\frac{3}{8}$ "
4. Bola-bola baja

c. Langkah Pengujian

1. Timbang agregat benda uji sesuai gradasi yang telah ditentukan.
2. Masukkan benda uji dan bola-bola baja ke dalam silinder abrasi.
3. Putar mesin abrasi dengan kecepatan 30-33 Rpm , untuk gradasi A, B, C dan D sebanyak 500 putaran dan untuk gradasi E, F dan G 1000 putaran.
4. Setelah selesai keluarkan benda uji dari dalam silinder abrasi, lalu saring menggunakan saringan No. 12, kemudian cuci hingga bersih.

5. Keringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ hingga berat tetap.
6. Dinginkan hingga mencapai suhu kamar, lalu ditimbang.

3.5 Pembuatan Sampel Uji Abu Kulit Kopi

Bahan tambah yang digunakan pada penelitian ini adalah abu kulit kopi, dimana abu kulit kopi didapatkan dari penggilingan kopi di Desa Nilo Dingin, Kec. Lembah Masurai, Kab. Merangin. Abu kulit kopi yang digunakan sebagai bahan tambah merupakan hasil pembakaran kulit kopi pada kondisi udara terbuka, tanpa perlakuan khusus dengan suhu antara 400°C - 500°C selama ± 8 jam. Pada proses pembuatannya abu kulit kopi dilakukan penyaringan menggunakan saringan No. 200, dimana butiran yang masih tertinggal/kasar akan digiling dan dilanjutkan penyaringan ulang.

3.6 Perancangan Campuran Beton SNI 7656: 2012 (Adopsi ACI 211.1-91)

Tahap-tahap perhitungan dalam perancangan campuran beton menurut SNI 7656: 2012 (Adopsi ACI 211.1-91) yaitu sebagai berikut :

1. Hitung kuat tekan rata-rata yang ditargetkan dengan rumus 2.14 atau kuat tekan rata-rata perlu dapat ditentukan berdasarkan tabel 2.2.
2. Tentukan nilai slump dan nilai ukuran butir maksimum agregat yang digunakan.
3. Tetapkan berapa air yang diperlukan berdasarkan nilai slump dan ukuran butir maksimum agregat menggunakan tabel 2.3.

4. Tentukan Faktor air semen (Fas) sesuai dengan mutu beton yang direncanakan berdasarkan tabel 2.4. Fas yang didapatkan dari tabel lalu dibandingkan dengan persyaratan daya tahan maksimum, setelah itu diambil nilai terendah.
5. Hitunglah jumlah semen yang dibutuhkan = jumlah air : fas
6. Tentukan volume agregat kasar dengan menggunakan ukuran butiran maksimum agregat dan modulus kehalusannya menurut Tabel 2.5. Jika nilai modulus halus butir berada di antara nilai yang ada, dapat dilakukan interpolasi.
7. Tentukan perkiraan berat dari beton segar berdasarkan Tabel 2.6.
8. Hitung berat agregat halus

$$\text{Berat agregat halus} = \text{berat beton segar} - \text{berat (air + semen + agregat kasar)}$$

Catatan :

Perhitungan volume absolut dapat dilakukan untuk hasil yang lebih akurat. Volume absolut merupakan berat bahan dibagi dengan kepadatan absolut.

$$\text{Kepadatan absolut} = \text{berat jenis material} \times \text{kepadatan air}$$
9. Tetapkan proporsi campuran yang telah dihitung.
10. Koreksi terhadap kandungan air.
11. Pengecekan air secara langsung.
12. Cek kondisi semen, harus lolos saringan No. 100 dan tidak boleh menggumpal.

13. Tetapkan proporsi campuran dari hasil perhitungan untuk dilakukan trial slump.
14. Penyelesaian susunan campuran dari hasil trial slump.

3.7 Pengujian Slump (SNI 1972: 2008)

a. Tujuan

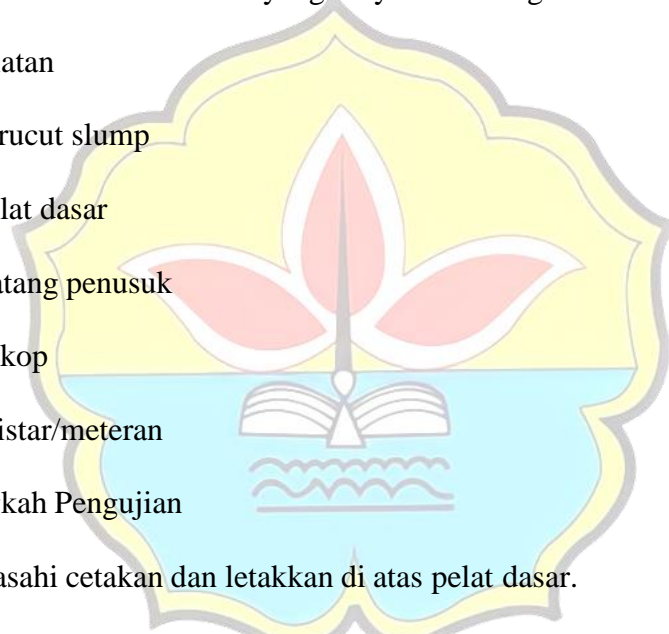
untuk memantau homogenitas dan *workability* adukan beton segar dengan suatu kekentalan tertentu yang dinyatakan dengan nilai slump.

b. Peralatan

1. Kerucut slump
2. Pelat dasar
3. Batang penusuk
4. Sekop
5. Mistar/meteran

b. Langkah Pengujian

1. Basahi cetakan dan letakkan di atas pelat dasar.
2. Tahan secara kokoh cetakan, lalu isi cetakan dalam tiga lapis.
3. Padatkan setiap lapisan dengan 25 tusukan menggunakan batang pemadat.
4. Setelah lapisan atas selesai diisi dan dipadatkan, ratakan permukaan beton pada bagian atas cetakan dengan cara menggelindingkan batang penusuk di atasnya.



5. Lepaskan segera cetakan dari beton dengan cara mengangkat dalam arah vertikal secara-hati-hati. Angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional.
6. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan, dalam waktu tidak lebih dari 2 ½ menit.
7. Setelah beton menunjukkan penurunan pada permukaan, ukur segera slump dengan menentukan perbedaan vertikal antara bagian atas cetakan dan bagian pusat permukaan atas beton.

3.8 Pengujian Kuat Tekan Beton (SNI 1974: 2011)

Metode pengujian kuat tekan beton berbentuk silinder berdasarkan SNI-1974-2011 yang meliputi penentuan kuat tekan beton berbentuk silinder. Dalam pengujian ini, alat uji tekan digunakan untuk memberi tekanan pada permukaan silinder dan tekanan diberikan secara terus menerus hingga benda uji hancur.

Metode pengujian kuat tekan beton berdasarkan SNI-1974-2011 yaitu sebagai berikut:

- a. Peralatan
 1. Timbangan
 2. Alat capping
 3. Mesin tekan
- b. Langkah Pengujian
 1. Siapkan benda uji yang sudah kering.

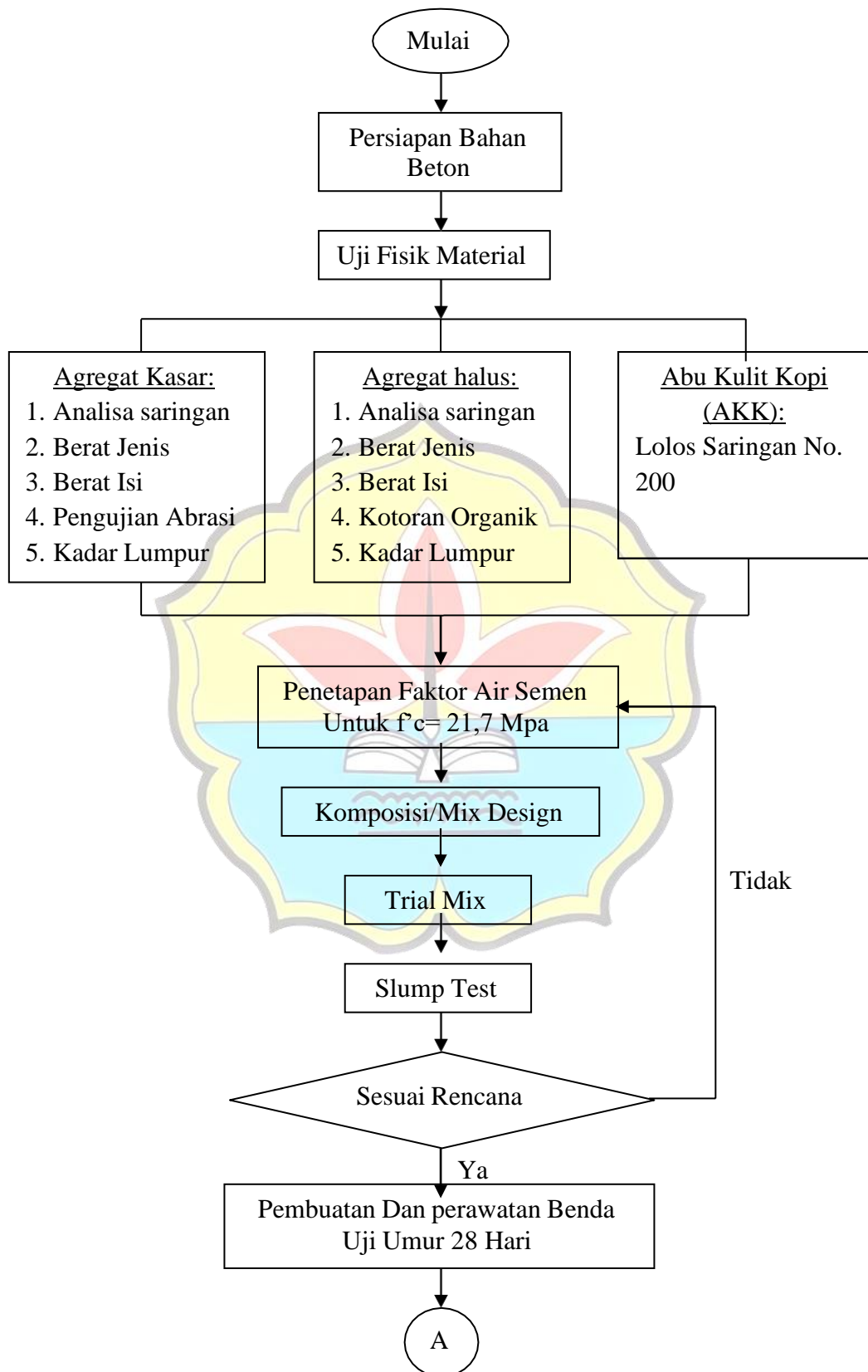
2. Capping benda uji untuk meratakan permukaan.
3. Letakkan benda uji di mesin tekan.
4. Operasikan mesin tekan dengan beban tambahan konstan antara 2-4 kg/cm².
5. Berikan beban sampai benda yang diuji hancur dan catat beban maksimum yang terjadi selama pengujian.

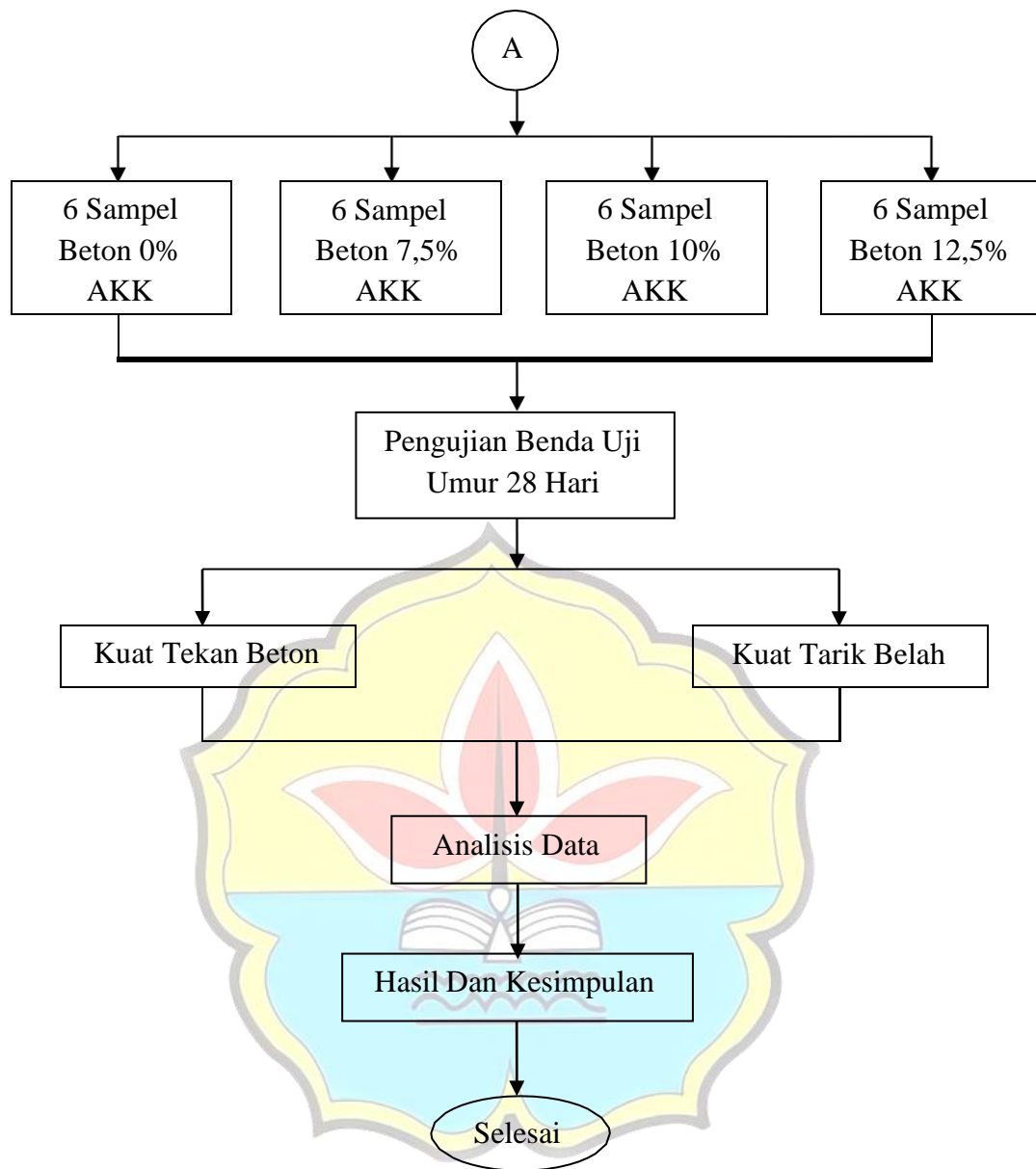
3.9 Pengujian Kuat Tarik Belah (SNI 2491: 2014)

Dalam metode pengujian ini, gaya tekan diterapkan melintasi diameter benda uji beton berbentuk silinder pada rentang kecepatan tertentu hingga titik putus. Uji tarik belah digunakan untuk mengevaluasi kekuatan geser komponen beton. Metode pengujian kuat tarik belah berdasarkan SNI-2491-2014 yaitu sebagai berikut:

- a. Peralatan
 1. Mesin tekan
 2. Pelat atau batang penekan tambahan
 3. Bantalan bantu pembebanan
- b. Langkah Pengujian
 1. Lakukan pemberian tanda pada benda uji.
 2. Lakukan Pengukuran benda uji.
 3. Atur posisi benda uji sesuai tanda garis diameter.
 4. Berikan beban secara konstan sampai benda uji terbelah.
 5. Catat beban maksimum yang terjadi selama pengujian.

3.10 Bagan Alir Penelitian





Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Material

Berdasarkan pengujian material agregat kasar dan agregat halus yang dilakukan, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar Dan Agregat Halus

No	Jenis pengujian	Hasil uji	Syarat mutu	Metode uji standard	keterangan
1	Analisa saringan agregat kasar 1" 3/4" 1/2" 3/8" No. 4	100 94,229 35,437 7,074 0	100 90-100 20-55 0-15 0-5	ASTM C33	Memenuhi syarat
2	Modulus kehalusan agregat kasar	7,633	7,25-8,70	ASTM C33	Memenuhi syarat
3	Analisa saringan agregat halus 3/8" No. 4 8 16 30 50 100	100 100 94,495 77,753 37,349 5,204 0	100 95-100 80-100 50-85 25-60 5-30 0-10	ASTM C33	Memenuhi syarat
4	Modulus kehalusan agregat halus	2,852	2,15-3,45	ASTM C33	Memenuhi syarat
5	Berat jenis agregat kasar -Berat jenis kering -Berat jenis JKP -Berat jenis semu -peresapan	2,589 2,597 2,612 0,341	BJ JKP 2,5-2,7	SNI 1969: 2008	Memenuhi syarat

Tabel 4.1 Lanjutan

No	Jenis pengujian	Hasil uji	Syarat mutu	Metode uji standard	keterangan
6	Berat jenis agregat halus -Berat jenis kering -Berat jenis JKP -Berat jenis semu -peresapan	2,475 2,526 2,607 2,043	BJ JKP 2,5-2,7	SNI 1970: 2008	Memenuhi syarat
7	Berat isi agregat kasar -Lepas (Kg/Liter) -Padat (Kg/Liter)	1,406 1,533	-	SNI 03- 4804-1998	-
8	Berat isi agregat halus -Lepas (Kg/Liter) -Padat (Kg/Liter)	1,478 1,598	-	SNI 03- 4804-1998	-
9	Kadar lumpur agregat kasar (%)	0,5 %	Max 1 %	ASTM C- 142-97	Memenuhi syarat
10	Kadar lumpur agregat halus (%)	1 %	Max 3 %	ASTM C- 142-97	Memenuhi syarat
11	Keausan agregat kasar (%)	14,48 %	Max 40 %	SNI 03- 2417: 2008	Memenuhi syarat
12	Kadar air agregat kasar (%)	0,1 %	-	SNI 03- 1971-1990	-
13	Kadar air agregat halus (%)	1,421 %	-	SNI 03- 1971-1990	-
14	Kadar kotoran organik agregat halus	No. 3	Max organik plate No. 3	SNI 03- 2816-1992	Memenuhi syarat

Sumber: Data Olahan (2023)

4.2 Pengujian Abu Kulit Kopi

Kandungan senyawa kimia yang terdapat pada abu kulit kopi diperoleh berdasarkan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) di

Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Dari hasil pengujian laboratorium diketahui kandungan senyawa abu kulit kopi yaitu:

Tabel 4.2 Persentase Senyawa Abu Kulit Kopi

Senyawa	Hasil Uji	Persentase (%)
Al	12,72 mg/g	1,272
Ca	36,69 mg/g	3,669
Fe	2,729 mg/g	0,273
Mg	6,593 mg/g	0,659
Si	< 4,236 mg/l	< 0,424

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

Berdasarkan hasil pengujian diketahui kandungan Si (Silika), Al (Aluminium), dan Fe (Besi) yang rendah atau kurang dari syarat minimum 70% berdasarkan ASTM 618 menyebabkan abu kulit kopi tidak bisa dikategorikan sebagai pozzolan. Sehingga pada penelitian ini abu kulit kopi digunakan sebagai filler (bahan pengisi), dengan lolos saringan no. 200 (75 μm) sesuai batas deteksi terendah berdasarkan ASTM 115-96.

Proses pembakaran serta suhu pembakaran abu kulit kopi perlu diperhatikan, karena dapat berpengaruh terhadap kandungan senyawa kimia abu kulit kopi yang akan dihasilkan. Proses pembuatan abu kulit kopi menggunakan oven atau tungku pembakaran khusus dengan suhu tinggi sangat disarankan, agar pembakaran dapat terjadi secara sempurna dan kulit kopi dapat terbakar secara merata sehingga semua unsur-unsur organik yang ada dapat hilang. Proses pembuatan abu kulit kopi ini penting diperhatikan guna memastikan bahwa

kandungan unsur kimia yang diharapkan dapat meningkatkan kinerja beton dapat terpenuhi dan tidak hilang dari abu kulit kopi yang akan digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton nantinya.

4.3 Rancangan Campuran Beton Metode SNI 7656: 2012 (Adopsi ACI 211.1-91)

Setelah dilakukan pengujian material penyusun beton, maka diperoleh data-data yang diperlukan untuk perencanaan campuran beton yaitu sebagai berikut :

- Mutu beton, $f_c = 21,7$ MPa, umur 28 hari
- Benda uji silinder diameter 150 mm x 300 mm
- Ukuran nominal maksimum agregat: 19 mm
- Semen tipe: PCC (semen padang)
- Berat jenis semen: 3,15 gram/cc
- Slump rencana 75 - 100 mm
- Berat isi kering agregat kasar: 1533 kg/m^3
- Berat isi kering agregat halus: 1598 kg/m^3
- Berat jenis agregat kasar: 2,59 gram/cc
- Berat jenis agregat halus: 2,526 gram/cc
- Modulus kehalusan agregat halus : 2,852 %

Langkah-langkah penyelesaian:

1. Standar Deviasi (S) dari Tabel 2.2 (SNI 7656: 2012), ambil $S = 8,3$ MPa.
Kuat tekan rata-rata, $f'_{cr} = 21,7 + 8,3 = 30$ Mpa.
2. Slump 75 - 100 mm. Ukuran nominal maksimum agregat 19 mm.

3. Jumlah air yang diperlukan berdasarkan nilai slump dan ukuran nominal agregat, berdasarkan Tabel 2.3 = 205 lt/m³.
4. Dengan f'cr = 30 MPa, faktor air semen (fas) menurut Tabel 2.4 = 0,42.
Jumlah semen yang dibutuhkan = 205 / 0,42 = 488,1 kg.
5. Modulus kehalusan agregat = 2,852. Berdasarkan ukuran nominal maksimum agregat dan modulus kehalusan agregat, volume agregat kasar menurut Tabel 2.5 = 0,615. Berat agregat kasar = 0.615 x 1533 = 942,8 Kg/m³.
6. Perkiraan berat beton segar berdasarkan Tabel 2.6 = 2345 Kg/m³.
7. Berat agregat halus = 2345 - (205 + 488,1 + 942,8) = 709,1 Kg/m³.
8. Perhitungan volume absolute:

- Volume air	= 205 / 1000	= 0,205 m ³
- Volume semen	= 488,1 / (3,15 x 1000)	= 0,155 m ³
- Volume agregat kasar	= 942,8 / (2,59 x 1000)	= 0,364 m ³
- Volume udara (2,0%)		= 0.020 m ³
	Jumlah	= 0,744 m ³
- Volume agregat halus	= 1,00 - 0,744	= 0,256 m ³
Jadi berat agregat halus	= 0,256 x 2,526 x 1000	= 646,7 m ³
9. Proporsi campuran beton/m³ hasil perhitungan:

- Semen	= 488,1 Kg/m ³
- Air	= 205 Liter/m ³
- Agregat halus	= 646,7 Kg/m ³
- Agregat kasar	= 942,8 Kg/m ³

10. Proporsi campuran beton sesuai kebutuhan:

6 silinder ukuran cetakan $T = 30$ cm dan $D = 15$ cm

- Volume $= 3,14 \times 7,5^2 \times 30 = 5298,750 \text{ cm}^3 = 0,005299 \text{ m}^3$
 $= 0,005299 \times 6$ silinder
 $= 0,032 \times 1,5$
 $= 0,048 \text{ m}^3$
- Semen $= 488,1 \text{ kg} \times 0,048 = 23,429 \text{ kg}$
- Air $= 205 \text{ liter} \times 0,048 = 9,840 \text{ kg}$
- Agregat halus $= 646,7 \text{ kg} \times 0,048 = 31,042 \text{ kg}$
- Agregat kasar $= 942,8 \text{ kg} \times 0,048 = 45,254 \text{ kg}$

11. Koreksi air untuk kebutuhan 6 silinder

- (A) Semen $= 23,429 \text{ kg}$
- (B) Air $= 9,840 \text{ kg}$
- (C) Agregat Halus $= 31,042 \text{ kg}$
- (D) Agregat Kasar $= 45,254 \text{ kg}$

Kadar air agregat kasar (KA.AK) $= 0,1 \%$

Kadar air agregat halus (KA.AH) $= 1,421 \%$

Peresapan agregat kasar (PAK) $= 0,372 \%$

Peresapan agregat halus (PAH) $= 2,043 \%$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{- Air} &= B - (\text{KA.AK} - \text{PAK}) \times D/100 - (\text{KA.AH} - \text{PAH}) \times C/100 \\
 &= 9,84 - (0,1 - 0,372) \times 45,254/100 - (1,421 - 2,043) \times 31,042/100 \\
 &= 10,156 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - AK &= D + (KA.AK) \times D/100 \\
 &= 45,254 + (0,1) \times 45,254/100 \\
 &= 45,299 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - AH &= C + (KA.AH) \times C/100 \\
 &= 31,042 + (1,421) \times 31,042/100 \\
 &= 31,483 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - FAS &= \text{Air} / \text{Semen} \\
 &= 10,156 / 23,429 \\
 &= 0,433
 \end{aligned}$$

4.4 Perhitungan Campuran Abu Kulit Kopi

4.4.1 Menentukan Berat Abu Kulit Kopi

1. Abu Kulit Kopi 7,5%

AKK x Semen

$$7,5\% \times 23,429 = 1,757 \text{ Kg}$$

2. Abu Kulit Kopi 10%

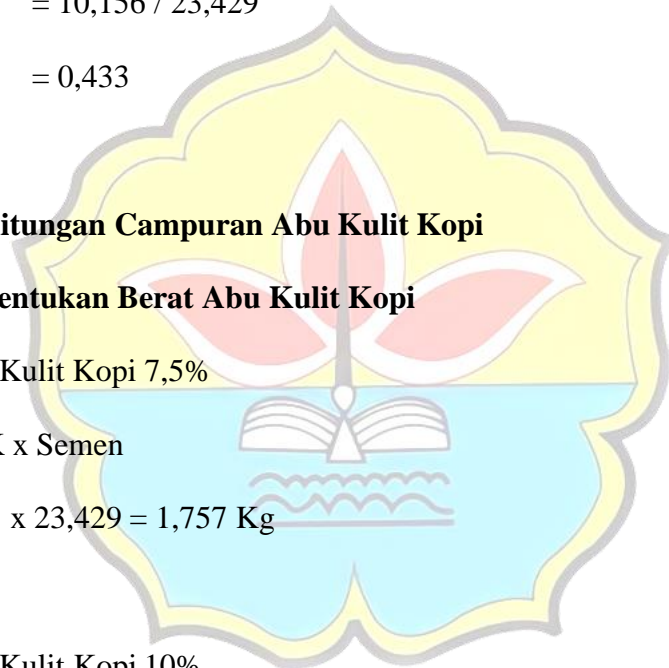
AKK x Semen

$$10\% \times 23,429 = 2,343 \text{ Kg}$$

3. Abu Kulit Kopi 12,5%

AKK x Semen

$$12,5\% \times 23,429 = 2,929 \text{ Kg}$$



4.4.2 Menentukan Proporsi Campuran Abu Kulit Kopi

1. Abu kulit kopi sebagai filler (bahan pengisi).
2. Persentase penambahan abu kulit kopi dibagi 3 variasi campuran, yaitu: 7,5%, 10%, dan 12,5% dari berat semen terhadap campuran beton normal.
3. Untuk semua variasi per m³ campuran beton, volume air, agregat kasar, dan agregat halus adalah sama.

Tabel 4.3 Proporsi Campuran Beton Dengan Abu Kulit Kopi

Bahan	0%	7,5%	10%	12,5%
Semen (kg)	23,429	23,429	23,429	23,429
Agregat Kasar (kg)	45,299	45,299	45,299	45,299
Agregat Halus (kg)	31,483	31,483	31,483	31,483
Air (kg)	10,156	10,156	10,156	10,156
Abu Kulit Kopi (kg)	-	1,757	2,343	2,929

Sumber: Data Olahan (2023)

Berdasarkan tabel di atas, dapat digambarkan bahwa untuk pembuatan benda uji silinder ukuran 150 x 300 dengan masing-masing variasi 6 buah benda uji, material yang dibutuhkan yaitu agregat kasar 45,299 kg, agregat halus 31,483 kg, air 10,156 kg, dan semen 23,429 kg. Dari kebutuhan material tersebut berlaku untuk masing-masing percobaan pembuatan benda uji, yang membedakan hanya kadar abu kulit kopi sebagai filler.

4.5 Pengujian Slump

Hasil pengujian slump dari masing masing variasi campuran beton yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Slump

No	Persentase abu kulit kopi	Nilai slump (cm)	Persentase penambahan air
1	0%	9	0%
2	7,5%	10	3,9%
3	10%	9	9,4%
4	12,5%	9	18,2%

Sumber: Data Olahan (2023)

Dari hasil pengujian slump yang dilakukan, dapat dilihat bahwa nilai slump yang diperoleh dipengaruhi oleh persentase penambahan abu kulit kopi. Dimana terjadi penambahan air pada setiap persentase abu kulit kopi yang ditambahkan, hal ini terjadi karena tingkat penyerapan air oleh abu kulit kopi sangat tinggi.

Penambahan air yang dilakukan terhadap campuran beton tidak disarankan, karena berpengaruh terhadap Faktor air semen (Fas) dimana dapat mempengaruhi kekuatan beton yang nantinya dihasilkan. Semakin rendah rasio air semen, semakin tinggi kuat tekan beton. Rasio air semen yang rendah akan menghasilkan campuran beton yang lebih padat dan kuat. Begitu pula sebaliknya, peningkatan jumlah air dapat menimbulkan terbentuknya pori udara pada beton sehingga kekuatan dan kinerja beton dapat menurun. Untuk itu, sangat penting tetap

mempertahankan air semen rencana hasil desain dan tidak melakukan perubahan baik penambahan maupun pengurangan air pada saat pembuatan beton.

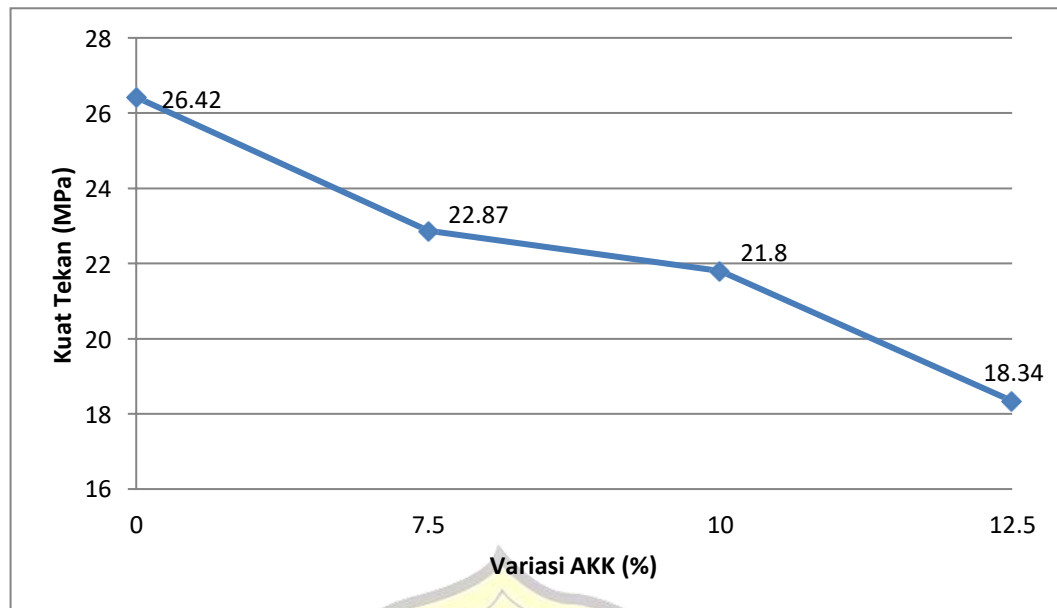
4.6 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian ini menggunakan 3 buah benda uji untuk setiap masing-masing variasi campuran beton, dengan total 12 benda uji silinder beton umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton berdasarkan benda uji yang dibuat sesuai dengan variasi campuran yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Variasi campuran	Pengujian kuat tekan beton (MPa)	
	Kuat tekan benda uji	Kuat tekan rata-rata
Beton normal (0%)	29,65	26,42
	24,99	
	24,63	
7,5% Abu Kulit Kopi	22,10	22,87
	24,15	
	22,35	
10% Abu Kulit Kopi	21,98	21,80
	21,94	
	21,49	
12,5% Abu Kulit Kopi	17,64	18,34
	18,85	
	18,53	

Sumber: Data Olahan (2023)



Gambar 4.1 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Sumber: Data Olahan (2023)

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari, nilai rata-rata kuat tekan beton normal sebesar 26,42 MPa, campuran 7,5% abu kulit kopi sebesar 22,87 MPa terjadi penurunan 13,4% terhadap beton normal, campuran 10% abu kulit kopi sebesar 21,80 MPa terjadi penurunan sebesar 17,5% terhadap beton normal, dan campuran 12,5% abu kulit kopi sebesar 18,34 MPa terjadi penurunan sebesar 30,6% terhadap beton normal.

Berdasarkan hasil pengujian, kuat tekan dengan variasi 0%, 7,5%, dan 10% abu kulit kopi masuk kedalam mutu beton rata-rata rencana yaitu 21,7 MPa, sedangkan variasi 12,5% abu kulit kopi tidak mencapai target untuk mutu beton rata-rata rencana. Hal ini terjadi karena sifat abu kulit kopi yang menyerap air, sehingga menyebabkan meningkatnya jumlah penggunaan air terhadap campuran beton. Jadi semakin banyak penambahan abu kulit kopi maka jumlah air pada saat

pengecoran semakin bertambah, sehingga faktor air semen meningkat dan berpengaruh terhadap kekuatan beton.

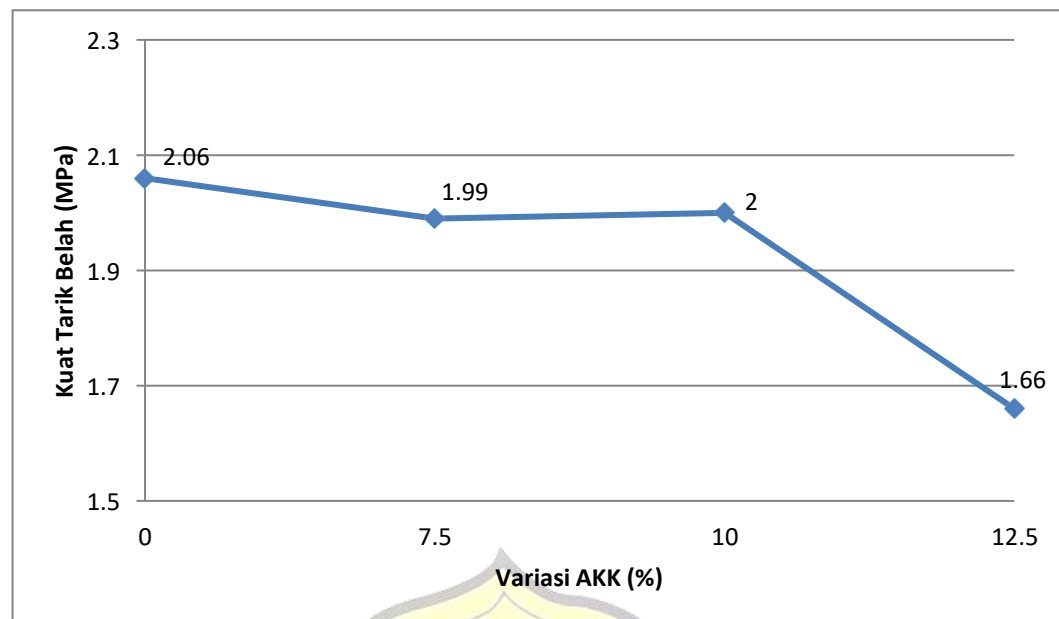
4.7 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian ini menggunakan 3 buah benda uji untuk setiap masing-masing variasi campuran beton, dengan total 12 benda uji silinder beton umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tarik belah beton berdasarkan benda uji yang dibuat sesuai dengan variasi campuran yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari

Variasi campuran	Pengujian kuat tarik belah (MPa)	
	Kuat tarik belah benda uji	Kuat tarik belah rata-rata
Beton normal (0%)	1,69	2,06
	2,43	
	2,06	
7,5% Abu Kulit Kopi	2,25	1,99
	1,79	
	1,93	
10% Abu Kulit Kopi	2,13	2
	1,86	
	2,01	
12,5% Abu Kulit Kopi	1,91	1,66
	1,57	
	1,51	

Sumber: Data Olahan (2023)



Gambar 4.2 Grafik Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari

Sumber: Data Olahan (2023)

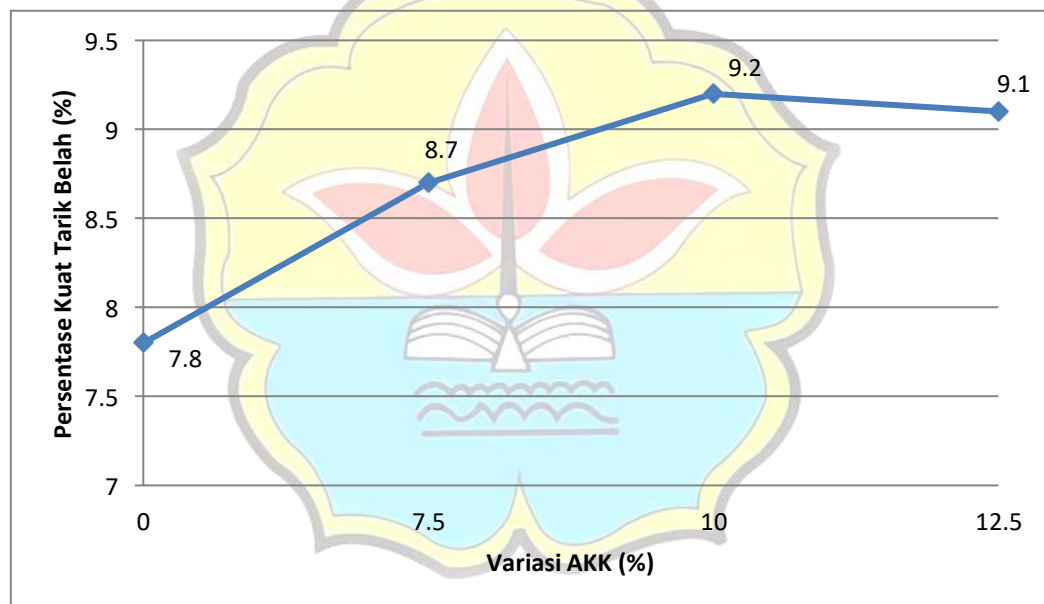
Dari hasil pengujian kuat tarik belah beton rata-rata pada umur 28 hari didapat beton normal sebesar 2,06 MPa, campuran 7,5% abu kulit kopi sebesar 1,99 MPa terjadi penurunan sebesar 3,4% terhadap beton normal, campuran 10% abu kulit kopi sebesar 2 MPa terjadi penurunan sebesar 2,9% terhadap beton normal, dan campuran 12,5% abu kulit kopi sebesar 1,66 MPa terjadi penurunan sebesar 19,4% terhadap beton normal. Dari hasil pengujian, untuk setiap penambahan abu kulit kopi terjadi penurunan terhadap beton normal.

Persentase kuat tarik belah terhadap kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4.7 Persentase Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan Beton

Variasi campuran	Persentase Terhadap Kuat Tekan (%)
Beton normal (0%)	7,8
7,5% Abu Kulit Kopi	8,7
10% Abu Kulit Kopi	9,2
12,5% Abu Kulit Kopi	9,1

Sumber: Data Olahan (2023)



Gambar 4.3 Persentase Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan Beton

Sumber: Data Olahan (2023)

Persentase kuat tarik belah terhadap kuat tekan beton rata-rata didapat beton normal sebesar 7,8%, campuran 7,5% abu kulit kopi didapat sebesar 8,7%, campuran 10% abu kulit kopi didapat sebesar 9,2%, dan untuk campuran 12,5% abu kulit kopi sebesar 9,1%. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dapat dilihat

bahwa terjadi peningkatan nilai persentase kuat tarik belah terhadap kuat tekan beton untuk penambahan abu kulit kopi. Dengan nilai maksimal didapatkan pada campuran 10% abu kulit kopi.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

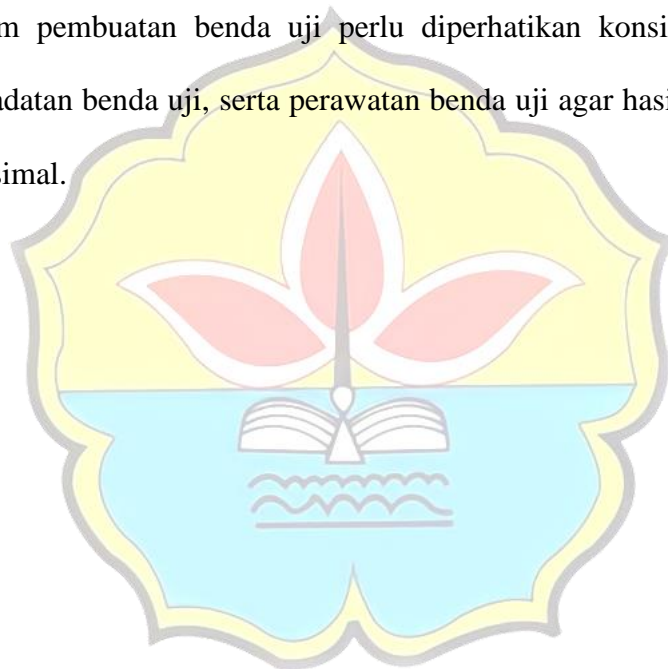
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dan analisis data terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton terhadap pemanfaatan abu kulit kopi sebagai bahan tambah pada campuran beton, diperoleh kesimpulan antara lain:

1. Kuat tekan rata-rata beton normal sebesar 26,42 MPa, campuran 7,5% abu kulit kopi sebesar 22,87 MPa terjadi penurunan 13,4% terhadap beton normal, campuran 10% abu kulit kopi sebesar 21,80 MPa terjadi penurunan sebesar 17,5% terhadap beton normal, dan campuran 12,5% abu kulit kopi sebesar 18,34 MPa terjadi penurunan sebesar 30,6% terhadap beton normal.
2. Kuat tarik belah rata-rata beton normal sebesar 2,06 MPa, campuran 7,5% abu kulit kopi sebesar 1,99 MPa terjadi penurunan sebesar 3,4% terhadap beton normal, campuran 10% abu kulit kopi sebesar 2 MPa terjadi penurunan sebesar 2,9% terhadap beton normal, dan campuran 12,5% abu kulit kopi sebesar 1,66 MPa terjadi penurunan sebesar 19,4% terhadap beton normal.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan yaitu:

1. Proses pembakaran serta suhu pembakaran abu kulit kopi perlu diperhatikan, karena dapat berpengaruh terhadap kandungan senyawa kimia abu kulit kopi yang akan dihasilkan.
2. Nilai faktor air semen sebaiknya tetap dipertahankan agar tidak terjadi penurunan terhadap kekuatan beton.
3. Dalam pembuatan benda uji perlu diperhatikan konsistensi campuran, pemadatan benda uji, serta perawatan benda uji agar hasil pengujian lebih maksimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi (2021), *Luas Lahan Perkebunan Kopi Dan Hasil Produksi*.
- Firew B. Asfaw, Dkk (2022), *Pengaruh Sifat Fisik Dan Kimia Abu Kulit Kopi Terhadap Penggantian Sebagian Semen Dalam Produksi Beton*, UTHM.
- I Gusti Ngurah Sasmitha, Dkk (2014), *Pengaruh Penambahan Abu Kulit Kopi Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton*, Universitas Udayana.
- Mulyono, T, 2003, *Teknologi Beton*, Cv. Andi Offset, Yogyakarta.
- Sii.0052, 1980, *Agregat Normal*.
- SK SNI T-15-1991-03, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*.
- SNI 03-1971-1990, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*.
- SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*.
- SNI 03-2417-2008, *Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*.
- SNI 03-2491-2002, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*.
- SNI 03-283-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- SNI 03-4804-1998, *Pengujian Bobot Isi Agregat Dan Rongga Udara Dalam Agregat*.
- SNI 15-7064-2014, *Semen Portland Komposit (PCC)*.
- SNI 1969-2008, *Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*.
- SNI 1970-2008, *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*.

SNI 1974-2011, *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder.*

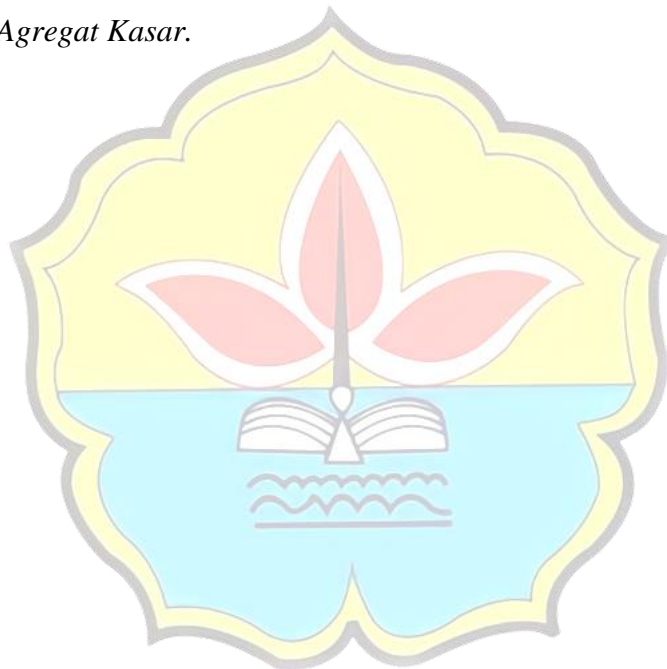
SNI 2491-2014, *Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder.*

SNI 2816-2014, *Metode Uji Bahan Organik Dalam Agregat Halus Untuk Beton.*

SNI 2847-2013, *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.*

SNI 7656: 2012, *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa.*

SNI ASTM C 136-2012, *Metode Uji Untuk Analisa Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar.*





Universitas Batanghari

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Letkol Slamet Riyadi Broni - Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280 Website www.unbari.ac.id

SURAT KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI
NOMOR 108 TAHUN 2023
TENTANG
PENUNJUKKAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL PROGRAM STRATA SATU (S-1)
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

- MEMBACA** : Usulan Ketua Program Studi Teknik Sipil Tentang Pembimbing Tugas Akhir
- MENIMBANG** :
- a. Bahwa untuk melengkapi syarat-syarat yang diperlukan guna menyelesaikan Studi Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unbari perlu diselenggarakan Tugas Akhir Mahasiswa.
 - b. Bahwa mahasiswa yang namanya tercantum pada lampiran keputusan ini dianggap mampu dan memenuhi syarat dan berhak untuk melaksanakan Tugas Akhir.
 - c. Bahwa Staf Pengajar yang namanya tercantum pada lampiran keputusan ini dianggap mampu memenuhi syarat untuk ditunjuk sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari
 - d. Bahwa untuk pelaksanaan Tugas Akhir Mahasiswa perlu dibuat Keputusan Dekan.
- MENGINGAT** :
1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
 2. Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen;
 3. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan pengelolaan Perguruan Tinggi ;
 4. Peraturan Akademik Universitas Batanghari Tahun 2018
 5. Surat Keputusan Pj. Rektor Nomor : 27 Tahun 2022 tentang Perpanjangan Masa Tugas Pejabat Pada Jabatan Wakil Rektor, Dekan, Kepala Unit Kerja Di Lingkungan Universitas Batanghari;

MEMUTUSKAN

- MENETAPKAN** :
- Pertama** : Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Program Strata Satu (S-1) yang nama dan NPM nya tercantum pada kolom (2) untuk melaksanakan Tugas Akhir dengan Judul seperti pada kolom (3) Lampiran Keputusan dan berhak untuk mendapatkan Bimbingan Tugas Akhir.
- Kedua** : Menunjuk Staf Pengajar yang namanya tercantum pada kolom (4) menjadi Dosen Pembimbing I dan kolom (5) menjadi Dosen Pembimbing II mahasiswa dalam melaksanakan Tugas Akhir.
- Ketiga** : Dosen Pembimbing bertanggung jawab kepada Dekan melalui Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unbari.
- Keempat** : Dosen Pembimbing Akademik bertanggung jawab kepada Dekan melalui Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unbari.
- Kelima** : Program Studi Agar Menyelenggarakan Seminar Proposal Tugas Akhir yang bersangkutan agar judul, tujuan, ruang lingkup, dan metode penelitian Tugas akhir mahasiswa benar dari kaidah kaidah ilmiah.
- Keenam** : Masa berlaku Surat Keputusan ini adalah 6 (enam) bulan dan setelahnya dapat diperpanjang maksimal dua (2) kali atau ganti dengan pembimbing lain.
- Ketujuh** : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dan apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

DITETAPKAN DI : JAMBI
PADA TANGGAL : 8 JUNI 2023

Dekan,


Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME

Tebusan disampakain kepada :

1. Yth. Rektor Universitas Batanghari
2. Yth. Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unbari
3. Yth. Dosen Pembimbing yang bersangkutan
4. Mahasiswa yang bersangkutan
5. Arsip

LAMPIRAN : SK DEKAN NOMOR : 108 TAHUN 2023 TENTANG PENUNJUKKAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR MAHASISWA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL PROGRAM STRATA SATU (S-1) FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

NO	NAMA NPM	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.	YUSUF AMANDA PUTRA 1600822201108	PENGARUH ABU KULI KOPI SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON	SUHENDRA, ST, MT	RIA ZULFIATI, ST, MT

DITETAPKAN DI : JAMBI
PADA TANGGAL : 8 JUNI 2023
Dekan,



Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME



REKAP PENILAIAN SEMINAR PROPOSAL TUGAS AKHIR
PRODI TEKNIK SIPIL

FORM 5
Prodi Teknik
Sipil

Pada hari Sabtu tanggal 17 bulan Desember tahun 2022, pada jam 10.00 s/d selesai, bertempat di Ruang Sidang Fakultas Teknik telah dilakukan seminar proposal Tugas Akhir yang tersebut di bawah ini :

N a m a : Yusuf Amanda Putra

N P M : 1600822201108

Prodi : TEKNIK Sipil

Dosen Pembimbing dan Pembahas Proposal :

No.	Nama	Jabatan	Nilai(angka)	Tanda Tangan	Ket.
1.	Suhendra, ST, MT	Ketua/Pemb.I	82		
2.	Ria Zulfiati, ST, MT	Sekr./Pemb.II	82		
3.	Annisaa Dwiretnani, ST, MT	Pembahas I	82		
4.	Wari dony, ST, MT	Pembahas II	82		
		Jumlah	328		
		Nilai rata-rata	82	(A) Huruf	

Dengan demikian mahasiswa tersebut di atas mendapat nilai : A / 82 dan dinyatakan
*(memenuhi syarat / ~~tidak memenuhi syarat~~) untuk dilanjutkan menjadi Tugas Akhir mahasiswa tersebut.

Dengan judul :

Pengaruh Abu Kulit Kopi Sebagai Bahan Tambah Terhadap
Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton.

Diketahui,
Ka.Prodi Teknik Sipil

Elvira Handayani, ST, MT

Sekretaris,

Ria Zulfiati, ST, MT.

Jambi, 2022
Ketua Tim Sidang,

Suhendra, ST, MT

Note : *(coret yang tidak perlu



REKAP PENILAIAN SIDANG UJIAN TUGAS AKHIR
PRODI TEKNIK SIPIL

FORM 7
Prodi Teknik
Sipil

UJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA TEKNIK SIPIL

N A M A : Yusuf Amanda Putra

N P M : 1600822201108

HARI/TGL : Jum'at/4 Agustus 2023

JAM : 14.00 s/ selesai

JUDUL TA : Pengaruh Abu Kulit Kopi Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton

PENGUJI DAN PENILAIAN			Keterangan	
			Bukti Dokumen	
No.	Nama Dosen Penguji	Jabatan	Nilai	Tanda Tangan
1.	Annisaa Dwiretnani, ST, MT	Ketua Sidang	78	
2.	Ria Zulfiati, ST, MT	Sekretaris Sidang	78	
3.	Ir. Wari dony, ST, MT	Penguji I	78	
4.	Dwitya Okky Azana, ST, M. Eng	Penguji II	78	
5.	Suhendra, ST, MT	Penguji III	78	
		Jumlah	390	
		Nilai rata-rata	78	

1. Nilai rata-rata Ujian Proposal =⁸²..... (.....^A.....) Nilai diisi Prodi sebelum sidang dimulai.

2. Nilai rata-rata Ujian TA =⁷⁸..... (.....^{A⁻}.....)

3. Nilai akhir sidang Sarjana = (Nilai rata² sidang Sarjana)x70% + (Nilai rata² Seminar Proposal)x30%
= (.....^{54,6}.....) + (.....^{24,6}.....) =^{79,2}..... (.....^{A⁻}.....) (Nilai Ujian Sidang)

4. Dinyatakan : * (Lulus / ~~Tidak Lulus~~ / ~~Lulus Bersyarat~~)

Diketahui,
Ka.Prodi Teknik Sipil

Elvira Handayani, ST., MT.

Jambi, Jum'at/4 Agustus 2023
Ketua Sidang,

Annisaa Dwiretnani, ST, MT

Note : * (coret yang tidak perlu



Universitas Batanghari
FAKULTAS TEKNIK
BIDANG PEMERIKSAAN PLAGIASI

Jalan Letkol Slamet Riyadi Broni - Jambi 36122 Telp./F ax. (0741) 668280 Website www.unbari.ac.id

SURAT HASIL CEK SIMILARITY

Yang bertanda tangan di bawah ini Ketua Bidang Pemeriksaan Plagiat Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi, Dengan ini menerangkan hasil cek Similarity Tugas Akhir Mahasiswa.

Nama : YUSUP AMANDA PUTRA
NPM : 1600822201108
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Setelah dilakukan pengecekan *similarity by turnitin* maka diperoleh hasil akhir yang bersangkutan mencapai **37% (Tiga Puluh Tujuh Persen)**. Sebagaimana hasil cek terlampir.

Demikian, surat keterangan ini diberikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Operator Turnitin,

H. Jatriyono, S. Kom

Jambi, 24 Juli 2023

Ketua Bidang Pemeriksaan,



Hj. Venny Yusiana, ST, M. Kom

YUSUP AMANDA P

ORIGINALITY REPORT

37%

SIMILARITY INDEX

36%

INTERNET SOURCES

12%

PUBLICATIONS

17%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.unbari.ac.id Internet Source	6%
2	text-id.123dok.com Internet Source	3%
3	Submitted to University of Malaya Student Paper	2%
4	Submitted to STT PLN Student Paper	1%
5	repository.unibos.ac.id Internet Source	1%
6	dspace.uii.ac.id Internet Source	1%
7	www.scribd.com Internet Source	1%
8	core.ac.uk Internet Source	1%
9	media.neliti.com Internet Source	1%



**YAYASAN PENDIDIKAN JAMBI
UNIVERSITAS BATANGHARI
FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR
PENGARUH PEMANFAATAN ABU KULIT KOPI SEBAGAI BAHAN
TAMBAH TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON**

Nama : Yusup Amanda Putra
NPM : 1600822201108
Dosen Pembimbing I : Suhendra, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing II : Ria Zulfiati, S.T., M.T.

No	Tanggal	Uraian/Pembahasan	Paraf
	28/12	Uraian dgn Time schedule	
	4/12	Keluhan ke PPT	
	7/12 - 2022	- Perbaiki sesuai arahan	
	8/12 - 2022	- Penyusunan proposal TA selesai - Siapkan PPT - Konsultasikan dengan DP I	
	11/12. 2022	- s p 4/ diseminasi	

Dosen Pembimbing I

Suhendra, S.T., M.T.

Jambi, 2022

Dosen Pembimbing II

Ria Zulfiati, S.T., M.T.



**YAYASAN PENDIDIKAN JAMBI
UNIVERSITAS BATANGHARI
FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280



**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR
PENGARUH ABU KULIT KOPI SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP
KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON**

Nama : Yusup Amanda Putra

NPM : 1600822201108

Dosen Pembimbing I : Suhendra, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Ria Zulfiati, S.T., M.T.

No	Tanggal	Uraian/Pembahasan	Paraf
	26 - 12 - 2022	Revisi setelah Sempro selesai DP II Konsultasikan kembali dengan DP I	
	26-12-2021	Revisi setelah sempro selesai lagi perbaiki Lab	

Jambi, 2022

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Suhendra, S.T., M.T.


Ria Zulfiati, S.T., M.T.



**YAYASAN PENDIDIKAN JAMBI
UNIVERSITAS BATANGHARI
FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR
PENGARUH ABU KULIT KOPI SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP
KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON**

Nama : Yusup Amanda Putra
NPM : 1600822201108
Dosen Pembimbing I : Suhendra, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing II : Ria Zulfiati, S.T., M.T.

No	Tanggal	Uraian/Pembahasan	Paraf
	6.7.'23	- Grafik hasil uji "line" - Deskripsikan / Narasikan masing2 grafik hasil uji olahan data	
	13.7.'23	Silahkan ke DP 2 Pada prinsipnya Laporan sudah benar	
	17-7-2023	- Penyusunan laporan penelitian TA sudah ok - Persiapkan untuk kompre	

Dosen Pembimbing I

Suhendra, S.T., M.T.

Jambi,

2023

Dosen Pembimbing II

Ria Zulfiati, S.T., M.T.



**YAYASAN PENDIDIKAN JAMBI
UNIVERSITAS BATANGHARI
FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR
PENGARUH ABU KULIT KOPI SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP
KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON**

Nama : Yusup Amanda Putra

NPM : 1600822201108

Dosen Pembimbing I : Suhendra, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Ria Zulfiati, S.T., M.T.

No	Tanggal	Uraian/Pembahasan	Paraf
	18 - 8 - 2023	Revisi setelah ujian Kompre selesai Lanjutkan konsultasi dengan DP I	
	18. 8 - 23	perbaikan setelah ujian, selesai Bisa diijihid sesuai ketentuan	

Jambi, 2023

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Suhendra, S.T., M.T.

Ria Zulfiati, S.T., M.T.



**UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA**
LABORATORIUM TERPADU
LAB. INSTRUMENTASI, FISIKA DASAR DAN KIMIA DASAR
Jl Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584 Telp./WA: 0856-4021-4627
Website: <http://labterpadu.uii.ac.id>, e-mail : lab.terpadu@uui.ac.id

No. Dok : Form-37.P/Sert. Uji Rev. 0
Tgl. Terbit : 24 Oktober 2018

Nomor : 10130722/LT-UII/VIII/2022
Number
Halaman : 1 dari 2
Page 1 of 2

SERTIFIKAT PENGUJIAN
Certificate of Testing

Dibuat untuk : Yusup Amanda Putra
Certified to

Jenis>Nama Sampel : Padat/ Sampel Abu Kulit Kopi
Type/Name of sample

Asal Sampel : Universitas Batanghari Jambi
Origin of sample

Jumlah Sampel : 1
Amount of sample

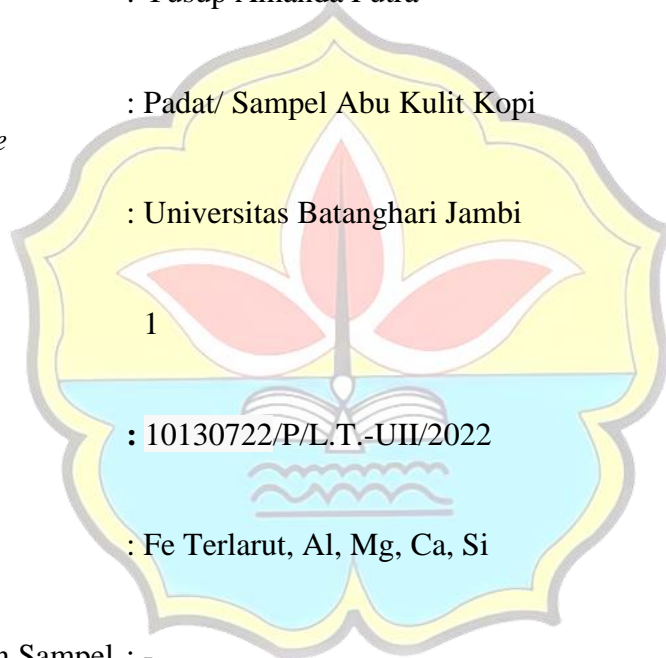
Kode Sampel : 10130722/P/L.T.-UII/2022
Sample code

Parameter : Fe Terlarut, Al, Mg, Ca, Si
Parameters

Tanggal Pengambilan Sampel : -
Sample taken on

Tanggal Penerimaan Sampel : 25 Juli 2022
Sample received on

Tanggal Pengujian Sampel : 03 Agustus 2022
Sample tested on





**UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA**
LABORATORIUM TERPADU
LAB. INSTRUMENTASI, FISIKA DASAR DAN KIMIA DASAR
JI Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584 Telp./WA: 0856-4021-4627
Website: <http://labterpadu.uii.ac.id>, e-mail : lab.terpadu@uui.ac.id

Nomor : 10130722/LT-UUI/VIII/2022

Number

Halaman : 2 dari 2


Page 2 of 2

HASIL PENGUJIAN
TEST RESULT

No	Label Pelanggan	Label Lab. Terpadu	Parameter	Hasil Uji	Satuan	Metode
1	Abu Kulit Kopi	10130722-1	Fe Terlarut	2,729	mg/g	Spektroskopi Serapan Atom
2	Abu Kulit Kopi	10130722-1	Al	12,72	mg/g	Spektroskopi Serapan Atom
3	Abu Kulit Kopi	10130722-1	Mg	6,593	mg/g	Spektroskopi Serapan Atom
4	Abu Kulit Kopi	10130722-1	Ca	36,69	mg/g	Spektroskopi Serapan Atom
5	Abu Kulit Kopi	10130722-1	Si	<4,236	mg/L	Spektroskopi Serapan Atom

Limit Deteksi (LOD) : 4,236 mg/L

Yogyakarta, 08 Agustus 2022
Koordinator Teknis


Thorikul Huda, S.Si., M.Sc.
NIP. 052316003

Catatan : 1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji

Notes *The results are available exclusively to the tested samples*

2. Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak/digandakan tanpa izin dari Manajer Teknis Laboratorium

The certificate shall not be reproduced (copied) without written permission from the laboratory Technical Manager

3. Pengambilan sampel diluar tanggung jawab Laboratorium Terpadu UUI

The Integrated Laboratory of UUI disclaims all responsibility for the sampling



LABORATORIUM TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Agregat Kasar **Dihitung** : Yusup Amanda Putra
Pekerjaan : Analisa Saringan **Dikerjakan** : Yusup Amanda Putra
Tanggal : 12/01/2023 **Diperiksa** : Errick Edison Sitepu, ST

ANALISA BESAR BUTIRAN AGREGAT KASAR

Ukuran Saringan		Berat Tertinggal Tiap Saringan	Jumlah Komulatif Berat Tertinggal	Persentase Jumlah Tertinggal	Persentase Jumlah Melalui	Spesifikasi ASTM C33-03 Size Number 6
No	Mm	Gram (A)	Gram (B)	%	%	%
1"	25	0	0	0	100	100
3/4"	19	341	341	5,771	94,229	90-100
1/2"	12,5	3474	3815	64,563	35,437	20-55
3/8"	9,5	1676	5491	92,926	7,074	0-15
No. 4	4,75	418	5909	100	0	0-5
8	2,36	0	5909	100	0	-
16	1,18	0	5909	100	0	-
30	0,6	0	5909	100	0	-
50	0,3	0	5909	100	0	-
100	0,15	0	5909	100	0	-

Modulus Kehalusan:

$$\frac{\text{Jumlah \% Tertinggal Sampai No.100}}{100} = \frac{763,26}{100} = 7,633$$

Pemeriksa

Errick Edison Sitepu, ST



LABORATORIUM TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Agregat Kasar **Dihitung** : Yusup Amanda Putra
Pekerjaan : Berat Isi **Dikerjakan** : Yusup Amanda Putra
Tanggal : 12/01/2023 **Diperiksa** : Errick Edison Sitepu, ST

PENGUJIAN BERAT ISI AGREGAT KASAR

SNI 03-4804-1998

BERAT ISI	Satuan	Lepas		Padat	
		I	II	I	II
Berat Contoh + Tempat	Kg	17,61	17,55	18,86	18,89
Berat Tempat	Kg	3,30	3,30	3,30	3,30
Berat Contoh	Kg	14,31	14,25	15,56	15,59
Volume Tempat	Liter	10,16	10,16	10,16	10,16
Berat Isi Contoh	Kg/Liter	1,408	1,403	1,531	1,534
Berat Isi Rata-rata	Kg/Liter	1,406		1,533	

Pemeriksa

Errick Edison Sitepu, ST



**LABORATORIUM TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI**

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Agregat Kasar **Dihitung** : Yusup Amanda Putra
Pekerjaan : Kadar Lumpur **Dikerjakan** : Yusup Amanda Putra
Tanggal : 17/01/2023 **Diperiksa** : Errick Edison Sitepu, ST

PENGUJIAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

ASTM C-142-97

Ukuran Saringan		Berat Tertinggal Tiap Saringan	Berat Kering Setelah Dicuci
No	Mm	Gram	Gram
1 _{1/2} "	37,5	0	0
3/4"	19	1000	997
3/8"	9,5	1000	995
No. 4	4,75	1000	993
Total		3000	2985

Kadar Lumpur : 0,5 %
Syarat Max : 1 %

Pemeriksa


Errick Edison Sitepu, ST



LABORATORIUM TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Agregat Kasar **Dihitung** : Yusup Amanda Putra
Pekerjaan : Abrasi **Dikerjakan** : Yusup Amanda Putra
Tanggal : 18/01/2023 **Diperiksa** : Errick Edison Sitepu, ST

PENGUJIAN ABRASI AGREGAT KASAR

SNI 03-2417: 2008

KETAHANAN AGREGAT TERHADAP KEAUSAN							
GRADASI	A	B	C	D	E	F	G
NO	URAIAN			SATUAN	PERCOBAAN		
					I	II	
A	Berat Benda Uji Kering Sebelum Diuji (A)			Gram	5000	-	
B	Berat Benda Uji Setelah Diuji (B) (Tertahan Saringan No. 12)			Gram	4260	-	
C	$\text{Keausan} = \frac{A-B}{A} \times 100$			%	14,8	-	

Nilai Keausan : 14,8 %

Syarat Max : 40 %

Pemeriksa

Errick Edison Sitepu, ST



**LABORATORIUM TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI**

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Agregat Kasar **Dihitung** : Yusup Amanda Putra
Pekerjaan : Kadar Air **Dikerjakan** : Yusup Amanda Putra
Tanggal : 20/05/2023 **Diperiksa** : Errick Edison Sitepu, ST

PENGUJIAN KADAR AIR AGREGAT KASAR

SNI 03-1971-1990

PENGUJIAN	Satuan	Agregat Kasar	
		I	II
Berat Tempat (Bt)	Gram	0	-
Berat Tempat + Contoh Awal (Bb)	Gram	3006	-
Berat Tempat + Contoh Kering (Bk)	Gram	3003	-
Kadar Air = $(Bb-Bk) / (Bk-Bt) \times 100$	%	0,1	-

Pemeriksa

Errick Edison Sitepu, ST



LABORATORIUM TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Agregat Halus **Dihitung** : Yusup Amanda Putra
Pekerjaan : Analisa Saringan **Dikerjakan** : Yusup Amanda Putra
Tanggal : 18/01/2023 **Diperiksa** : Errick Edison Sitepu, ST

ANALISA BESAR BUTIRAN AGREGAT HALUS

Ukuran Saringan		Berat Tertinggal Tiap Saringan	Jumlah Komulatif Berat Tertinggal	Persentase Jumlah Tertinggal	Persentase Jumlah Melalui	Spesifikasi ASTM C33-03 Fine Aggregate
No	Mm	Gram (A)	Gram (B)	%	%	%
1"	25	0	0	0	0	-
3/4"	19	0	0	0	0	-
1/2"	12,5	0	0	0	0	-
3/8"	9,5	0	0	0	100	100
No. 4	4,75	0	0	0	100	95-100
8	2,36	292	292	5,505	94,495	80-100
16	1,18	888	1180	22,247	77,753	50-85
30	0,6	2143	3323	62,651	37,349	25-60
50	0,3	1705	5028	94,796	5,204	5-30
100	0,15	276	5304	100	0	0-10

Modulus Kehalusan:

$$\frac{\text{Jumlah \% Tertinggal Sampai No.100}}{100} = \frac{285,2}{100} \\ = 2,852$$

Pemeriksa

Errick Edison Sitepu, ST



LABORATORIUM TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Agregat Halus **Dihitung** : Yusup Amanda Putra
Pekerjaan : Berat Isi **Dikerjakan** : Yusup Amanda Putra
Tanggal : 19/01/2023 **Diperiksa** : Errick Edison Sitepu, ST

PENGUJIAN BERAT ISI AGREGAT HALUS

SNI 03-4804-1998

BERAT ISI	Satuan	Lepas		Padat	
		I	II	I	II
Berat Contoh + Tempat	Kg	5,95	5,95	6,30	6,31
Berat Tempat	Kg	1,56	1,56	1,56	1,56
Berat Contoh	Kg	4,39	4,39	4,74	4,75
Volume Tempat	Liter	2,97	2,97	2,97	2,97
Berat Isi Contoh	Kg/Liter	1,478	1,478	1,596	1,599
Berat Isi Rata-rata	Kg/Liter	1,478		1,598	

Pemeriksa

Errick Edison Sitepu, ST



**LABORATORIUM TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI**

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Agregat Halus **Dihitung** : Yusup Amanda Putra
Pekerjaan : Kadar Lumpur **Dikerjakan** : Yusup Amanda Putra
Tanggal : 20/01/2023 **Diperiksa** : Errick Edison Sitepu, ST

PENGUJIAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

ASTM C-142-97

Ukuran Saringan		Berat Tertinggal Tiap Saringan	Berat Kering Setelah Dicuci
No	Mm	Gram	Gram
3/8"	9,5	0	0
No. 4	4,75	0	0
16	1,18	1000	990

Kadar Lumpur : 1 %

Syarat Max : 3 %

Pemeriksa

Errick Edison Sitepu, ST



**LABORATORIUM TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI**

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Agregat Halus **Dihitung** : Yusup Amanda Putra
Pekerjaan : Kadar Air **Dikerjakan** : Yusup Amanda Putra
Tanggal : 20/05/2023 **Diperiksa** : Errick Edison Sitepu, ST

PENGUJIAN KADAR AIR AGREGAT HALUS

SNI 03-1971-1990

PENGUJIAN	Satuan	Agregat Halus	
		I	II
Berat Tempat (Bt)	Gram	0	-
Berat Tempat + Contoh Awal (Bb)	Gram	1499	-
Berat Tempat + Contoh Kering (Bk)	Gram	1478	-
Kadar Air = $(Bb-Bk) / (Bk-Bt) \times 100$	%	1,421	-

Pemeriksa

Errick Edison Sitepu, ST



LABORATORIUM TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Silinder Beton

Pekerjaan : Pengujian Kuat Tekan Beton

Tanggal : 17-06-2023

Dihitung : Yusup Amanda Putra

Dikerjakan : Yusup Amanda Putra

Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

**Pengujian Kuat Tekan Beton $f'_c = 21,7$ MPa
(Beton Normal 0 % Akk)
SNI 03-1974-1990**

Nomor benda uji	Tanggal pembuatan	Tanggal pengujian	Umur (hari)	Berat benda uji (kg)	Berat isi (kg/dm ³)	Dimensi		Luas bidang (mm ²)	Gaya tekan (KN)	Kuat tekan (MPa)	Rata-rata kuat tekan beton (Mpa)
						D (mm)	T (mm)				
A	B	C	D	E	$F = E/VS \cdot 1000$	G	H	I	J	$K = J/I$	L
1 2 3	20-05-2023	17-06-2023	28	12,680 12,740 12,540	2,392 2,403 2,365	150	300	17671,5	524,0 441,6 435,3	29,65 24,99 24,63	26,42

Volume silinder : 5301,438 cm³

Pemeriksa

Errick Edison Sitepu, ST



LABORATORIUM TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Silinder Beton

Pekerjaan : Pengujian Kuat Tekan Beton

Tanggal : 22-06-2023

Dihitung : Yusup Amanda Putra

Dikerjakan : Yusup Amanda Putra

Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

**Pengujian Kuat Tekan Beton $f'_c = 21,7$ MPa
(7,5 % Abu kulit kopi)
SNI 03-1974-1990**

Nomor benda uji	Tanggal pembuatan	Tanggal pengujian	Umur (hari)	Berat benda uji (kg)	Berat isi (kg/dm ³)	Dimensi		Luas bidang (mm ²)	Gaya tekan (KN)	Kuat tekan (MPa)	Rata-rata kuat tekan beton (Mpa)
						D (mm)	T (mm)				
A	B	C	D	E	F = E/VS*1000	G	H	I	J	K = J/I	L
1	25-05-2023	22-06-2023	28	12,370	2,333	150	300	17671,5	390,5	22,10	22,87
2				12,470	2,352				426,8	24,15	
3				12,430	2,345				395,0	22,35	

Volume silinder : 5301,438 cm³

Pemeriksa

Errick Edison Sitepu, ST



LABORATORIUM TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Silinder Beton

Pekerjaan : Pengujian Kuat Tekan Beton

Tanggal : 01-07-2023

Dihitung : Yusup Amanda Putra

Dikerjakan : Yusup Amanda Putra

Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

**Pengujian Kuat Tekan Beton $f'_c = 21,7$ MPa
(10 % Abu kulit kopi)
SNI 03-1974-1990**

Nomor benda uji	Tanggal pembuatan	Tanggal pengujian	Umur (hari)	Berat benda uji (kg)	Berat isi (kg/dm ³)	Dimensi		Luas bidang (mm ²)	Gaya tekan (KN)	Kuat tekan (MPa)	Rata-rata kuat tekan beton (Mpa)
						D (mm)	T (mm)				
A	B	C	D	E	F = E/VS*1000	G	H	I	J	K = J/I	L
1	03-06-2023	01-07-2023	28	12,460	2,350	150	300	17671,5	388,4	21,98	21,80
2				12,230	2,307				387,8	21,94	
3				12,250	2,311				379,8	21,49	

Volume silinder : 5301,438 cm³

Pemeriksa

Errick Edison Sitepu, ST



LABORATORIUM TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Silinder Beton
Pekerjaan : Pengujian Kuat Tekan Beton
Tanggal : 03-07-2023

Dihitung : Yusup Amanda Putra
Dikerjakan : Yusup Amanda Putra
Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

**Pengujian Kuat Tekan Beton $f'_c = 21,7$ MPa
(12,5 % Abu kulit kopi)
SNI 03-1974-1990**

Nomor benda uji	Tanggal pembuatan	Tanggal pengujian	Umur (hari)	Berat benda uji (kg)	Berat isi (kg/dm ³)	Dimensi		Luas bidang (mm ²)	Gaya tekan (KN)	Kuat tekan (MPa)	Rata-rata kuat tekan beton (Mpa)
						D (mm)	T (mm)				
A	B	C	D	E	$F = E/VS \cdot 1000$	G	H	I	J	$K = J/I$	L
1 2 3	05-06-2023	03-07-2023	28	12,550 12,100 12,210	2,367 2,282 2,303	150	300	17671,5	311,8 333,1 327,5	17,64 18,85 18,53	18,34

Volume silinder : 5301,438 cm³

Pemeriksa


Errick Edison Sitepu, ST



LABORATORIUM TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Silinder Beton
Pekerjaan : Pengujian Kuat Tarik Belah Beton
Tanggal : 17-06-2023

Dihitung : Yusup Amanda Putra
Dikerjakan : Yusup Amanda Putra
Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

**Pengujian Kuat Tarik Belah Beton $f'c = 21,7$ MPa
(Beton Normal 0 % Akk)**

SNI 2491-2014

Nomor benda uji	Tanggal pembuatan	Tanggal pengujian	Umur (hari)	Berat benda uji (kg)	Berat isi (kg/dm ³)	Dimensi		Gaya tekan (KN)	Kuat tarik belah (MPa)	Rata-rata kuat tarik belah (Mpa)
						D (mm)	T (mm)			
A	B	C	D	E	$F = E/VS \cdot 1000$	G	H	I	$J = (2 \cdot I / \pi \cdot H \cdot G)$	K
1 2 3	20-05-2023	17-06-2023	28	12,640 12,680 12,570	2,384 2,392 2,371	150	300	119,4 172,1 145,4	1,69 2,43 2,06	2,06

Volume silinder : 5301,438 cm³

Pemeriksa


Errick Edison Sitepu, ST



LABORATORIUM TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Silinder Beton

Pekerjaan : Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Tanggal : 22-06-2023

Dihitung : Yusup Amanda Putra

Dikerjakan : Yusup Amanda Putra

Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

**Pengujian Kuat Tarik Belah Beton $f_c = 21,7$ MPa
(7,5 % Abu kulit kopi)
SNI 2491-2014**

Nomor benda uji	Tanggal pembuatan	Tanggal pengujian	Umur (hari)	Berat benda uji (kg)	Berat isi (kg/dm ³)	Dimensi		Gaya tekan (KN)	Kuat tarik belah (MPa)	Rata-rata kuat tarik belah (Mpa)
						D (mm)	T (mm)			
A	B	C	D	E	$F = E/VS \cdot 1000$	G	H	I	$J = (2 \cdot I / \pi \cdot H \cdot G)$	K
1	25-05-2023	22-06-2023	28	12,320	2,324	150	300	158,8	2,25	1,99
2				12,700	2,396			126,6	1,79	
3				12,570	2,371			136,6	1,93	

Volume silinder : 5301,438 cm³

Pemeriksa

Errick Edison Sitepu, ST



LABORATORIUM TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Silinder Beton

Dihitung : Yusup Amanda Putra

Pekerjaan : Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Dikerjakan : Yusup Amanda Putra

Tanggal : 01-07-2023

Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

**Pengujian Kuat Tarik Belah Beton $f'_c = 21,7$ MPa
(10 % Abu kulit kopi)
SNI 2491-2014**

Nomor benda uji	Tanggal pembuatan	Tanggal pengujian	Umur (hari)	Berat benda uji (kg)	Berat isi (kg/dm ³)	Dimensi		Gaya tekan (KN)	Kuat tarik belah (MPa)	Rata-rata kuat tarik belah (Mpa)
						D (mm)	T (mm)			
A	B	C	D	E	$F = E/VS \cdot 1000$	G	H	I	$J = (2 \cdot I / \pi \cdot H \cdot G)$	K
1	03-06-2023	01-07-2023	28	12,580	2,373	150	300	150,5	2,13	2
2				12,370	2,333			131,6	1,86	
3				12,790	2,413			142,3	2,01	

Volume silinder : 5301,438 cm³

Pemeriksa

Errick Edison Sitepu, ST



LABORATORIUM TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

Jl. Slamet Riyadi Broni – Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280

Contoh : Silinder Beton

Pekerjaan : Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Tanggal : 03-07-2023

Dihitung : Yusup Amanda Putra

Dikerjakan : Yusup Amanda Putra

Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

**Pengujian Kuat Tarik Belah Beton $f'_c = 21,7$ MPa
(12,5 % Abu kulit kopi)
SNI 2491-2014**

Nomor benda uji	Tanggal pembuatan	Tanggal pengujian	Umur (hari)	Berat benda uji (kg)	Berat isi (kg/dm ³)	Dimensi		Gaya tekan (KN)	Kuat tarik belah (MPa)	Rata-rata kuat tarik belah (Mpa)
						D (mm)	T (mm)			
A	B	C	D	E	$F = E/VS \cdot 1000$	G	H	I	$J = (2 \cdot I / \pi \cdot H \cdot G)$	K
1	05-06-2023	03-07-2023	28	12,150	2,292	150	300	135	1,91	1,66
2				12,390	2,337			111	1,57	
3				12,070	2,277			107	1,51	

Volume silinder : 5301,438 cm³

Pemeriksa

Errick Edison Sitepu, ST

**DOKUMENTASI
PROSES PENGOLAHAN ABU KULIT KOPI**



Lokasi limbah kulit kopi



Pembakaran kulit kopi



Pengambilan abu kulit kopi



Siapkan saringan no. 200



Proses penyaringan



Abu kulit kopi yang telah disaring



Akk yang masih kasar digiling dan disaring ulang



Akk yang telah disaring dilakukan penimbangan



DOKUMENTASI
ANALISA BESAR BUTIRAN AGREGAT KASAR



Siapkan agregat kasar yang telah dikeringkan



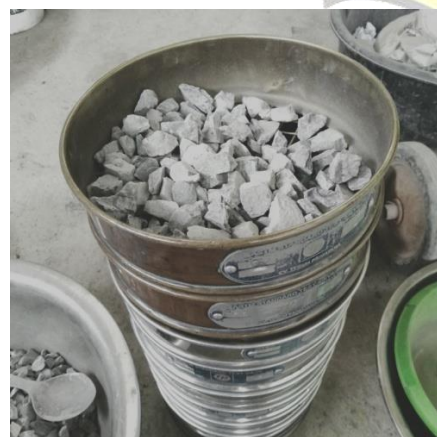
Siapkan alat quartering



Lakukan quartering untuk mengambil agregat yang akan disaring



Siapkan set saringan



Lakukan penyaringan agregat



Agregat yang tertahan tiap masing-masing nomor saringan



Siapkan timbangan



Timbang berat agregat yang tertahan
setiap nomor saringan



DOKUMENTASI
PENGUJIAN BERAT ISI AGREGAT KASAR
Dalam Keadaan Lepas



Siapkan alat uji berat isi



Lakukan penimbangan berat tempat



Masukkan agregat kasar ke dalam wadah



Ratakan permukaan



Berat contoh + tempat percobaan 1



Berat contoh + tempat percobaan 2

Dalam Keadaan Padat



Masukkan agregat kasar ke dalam wadah



Lakukan penusukan sebanyak 25 kali, setiap pengisian 1/3 wadah



Ratakan permukaan



Berat contoh + tempat percobaan 1



Berat contoh + tempat percobaan 2

DOKUMENTASI
PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PERESAPAN AGREGAT KASAR



Siapkan agregat kasar yang tertahan saringan No. 4



Cuci agregat hingga bersih



Rendam agregat selama 24 jam



Lap agregat hingga kondisi jenuh kering permukaan



Timbang agregat JKP sebanyak 500 gr



Siapkan alat uji



Masukkan agregat ke dalam keranjang kawat



Berat contoh dalam air percobaan 1



Berat contoh dalam air percobaan 2



Keringkan agregat di atas kompor



Berat contoh kering percobaan 1



Berat contoh kering percobaan 2

DOKUMENTASI
PENGUJIAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR



Siapkan saringan 1 $\frac{1}{2}$, 3/4, 3/8 dan No. 4



Lakukan penyaringan dan pisahkan agregat yang tertahan tiap saringan



Timbang masing-masing agregat sebanyak 1000 gr



Cuci agregat hingga bersih



Agregat yang telah dicuci



Keringkan agregat di atas kompor



Agregat yang telah dikeringkan



Timbang berat masing-masing agregat



**DOKUMENTASI
PENGUJIAN ABRASI AGREGAT KASAR**



Lakukan penyaringan agregat



Timbang agregat tertahan saringan 1/2
sebanyak 2500 gr



Timbang agregat tertahan saringan 3/8
sebanyak 2500 gr



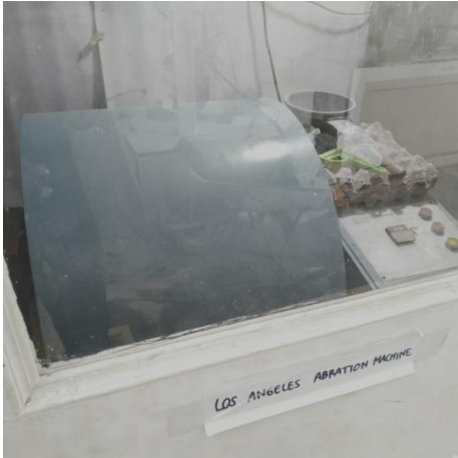
Masukkan agregat ke dalam mesin abrasi



Masukan bola baja sebanyak 11 buah



Tutup mesin abrasi



Lakukan sebanyak 500 putaran



Keluarkan agregat dari mesin abrasi



Lakukan penyaringan dengan saringan No. 12



Cuci agregat tertahan saringan No. 12 hingga bersih



Keringkan agregat di atas kompor



Timbang agregat yang telah kering

DOKUMENTASI
PENGUJIAN KADAR AIR AGREGAT KASAR



Timbang agregat awal dalam keadaan normal



Keringkan agregat di atas kompor



Timbang agregat setelah dikeringkan



DOKUMENTASI
ANALISA BESAR BUTIRAN AGREGAT HALUS



Siapkan agregat halus yang telah dikeringkan



Siapkan alat quartering



Lakukan quartering untuk mengambil agregat yang akan disaring



Siapkan set saringan



Lakukan penyaringan agregat



Agregat yang tertahan tiap masing-masing nomor saringan



Siapkan timbangan



Timbang berat agregat yang tertahan
setiap nomor saringan



DOKUMENTASI
PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PERESAPAN AGREGAT HALUS



Siapkan alat-alat untuk pengujian



Tambahkan air pada agregat halus hingga kondisi JKP



Aduk agregat hingga merata



Masukkan agregat ke dalam kerucut terpancung



Lakukan 25 kali tusukan setiap 1/3 pengisian kerucut



Cek hasil kerucut terpancung



Timbang 500 gr berat contoh JPK



Timbang berat piknometer + air



Masukkan agregat halus ke dalam piknometer



Masukkan air hingga berat contoh terendam



Berat piknometer + air + contoh percobaan 1



Berat piknometer + air + contoh percobaan 2



Keringkan agregat halus di atas kompor



Siapkan timbangan



Berat contoh kering percobaan 1



Berat contoh kering percobaan 2

DOKUMENTASI
PENGUJIAN BERAT ISI AGREGAT HALUS
Dalam Keadaan Lepas



Siapkan alat uji berat isi



Lakukan penimbangan berat tempat



Masukkan agregat halus ke dalam wadah



Ratakan permukaan



Berat contoh + tempat percobaan 1



Berat contoh + tempat percobaan 2

Dalam Keadaan Padat



Masukkan agregat halus ke dalam wadah



Lakukan penusukan sebanyak 25 kali,
setiap pengisian 1/3 wadah



Ratakan permukaan



Berat contoh + tempat percobaan 1



Berat contoh + tempat percobaan 2

DOKUMENTASI
PENGUJIAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS



Siapkan agregat halus tertahan saringan
No. 16



Timbang agregat sebanyak 1000 gr



Cuci agregat hingga bersih



Keringkan agregat di atas kompor



Lakukan penyaringan dengan saringan
No. 20



Timbang agregat halus tertahan saringan
No. 20

DOKUMENTASI
PENGUJIAN KADAR AIR AGREGAT HALUS



Timbang agregat halus awal dalam keadaan normal

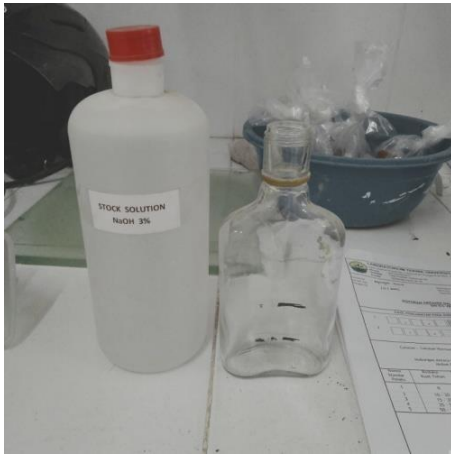


Keringkan agregat halus di atas kompor

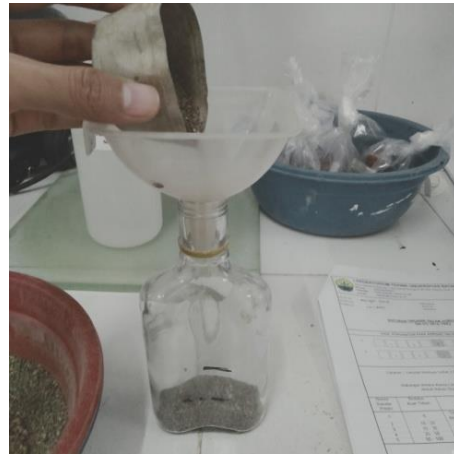


Timbang agregat halus yang telah dikeringkan

DOKUMENTASI
PENGUJIAN KOTORAN ORGANIK AGREGAT HALUS



Siapkan botol kaca dan larutan NaOH 3%



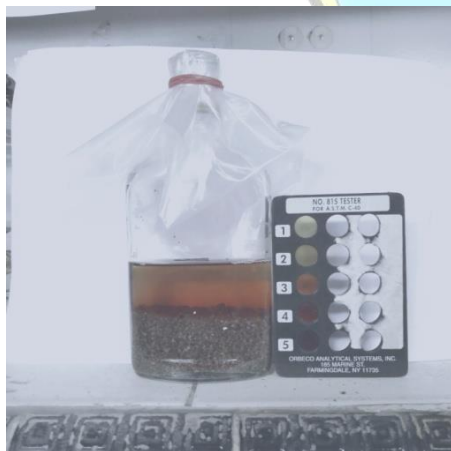
Masukkan agregat halus ke dalam botol



Masukkan larutan NaOH 3% hingga benda uji terendam



Tutup botol dengan rapat dan tunggu 24 jam



Bandungkan warna cairan dengan warna organic plate

DOKUMENTASI PENGECORAN BETON NORMAL



Siapkan semua material untuk pengecoran beton normal



Masukkan semua material ke dalam mesin molen



Berikan air dan tunggu hingga semua material beton tercampur merata



Keluarkan beton segar dari dalam molen



Lakukan pengujian slump



Lakukan penusukan sebanyak 25 kali setiap pengisian 1/3 wadah



Hasil slump yang didapatkan yaitu 9 cm



Lakukan pengujian berat isi beton segar



Didapatkan berat beton segar yaitu 24,01 kg



Masukkan beton segar ke dalam cetakan silinder



Ratakan permukaan silinder



Tunggu ±24 jam hingga beton mengeras



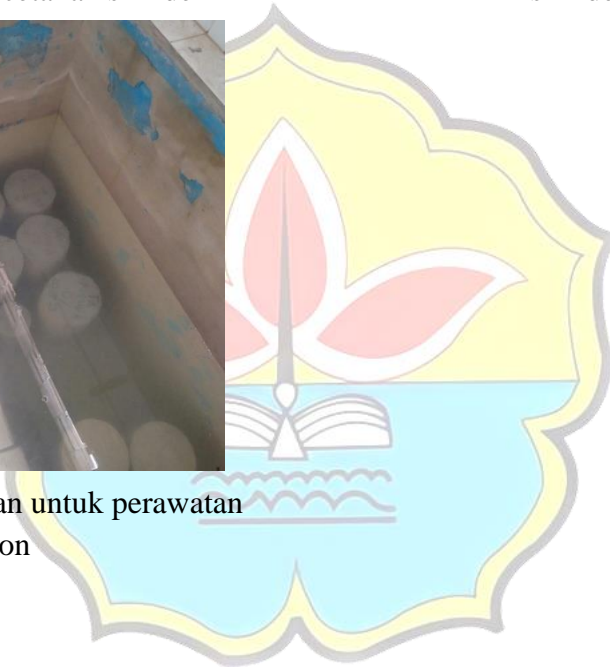
Beton yang sudah mengeras kemudian dikeluarkan dari cetakan silinder



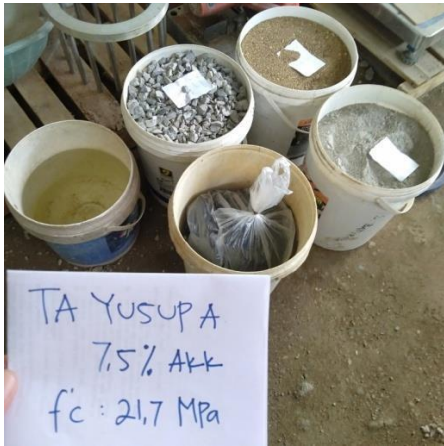
Beton yang telah dikeluarkan dari cetakan silinder



Lakukan perendaman untuk perawatan beton



DOKUMENTASI
PENGECORAN BETON 7,5 % AKK



Siapkan semua material untuk pengecoran beton 7,5 % AKK



Masukkan semua material ke dalam mesin molen



Masukkan abu kulit kopi



Berikan air dan tunggu hingga semua material beton tercampur merata



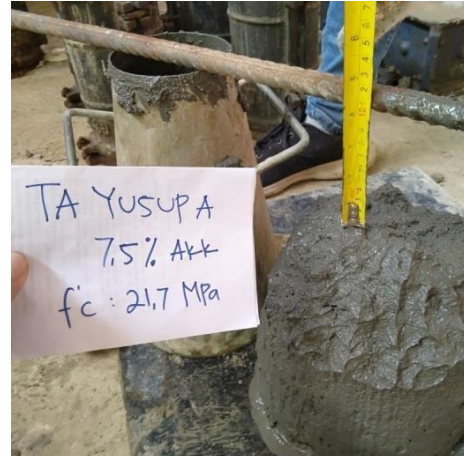
Keluarkan beton segar dari dalam molen



Lakukan pengujian slump



Lakukan penusukan sebanyak 25 kali setiap pengisian 1/3 wadah



Hasil slump yang didapatkan yaitu 10 cm



Lakukan pengujian berat isi beton segar



Didapatkan berat beton segar yaitu 23,96 kg



Masukkan beton segar ke dalam cetakan silinder



Ratakan permukaan silinder



Tunggu ±24 jam hingga beton mengeras



Beton yang sudah mengeras kemudian dikeluarkan dari cetakan silinder



Beton yang telah dikeluarkan dari cetakan silinder



Lakukan perendaman untuk perawatan beton

DOKUMENTASI
PENGECORAN BETON 10 % AKK



Siapkan semua material untuk pengecoran beton 10 % AKK



Masukkan semua material ke dalam mesin molen



Masukkan abu kulit kopi



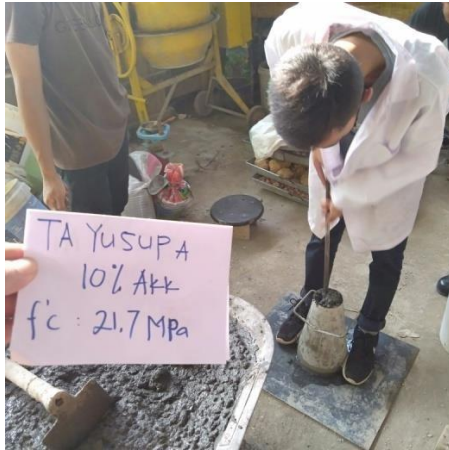
Berikan air dan tunggu hingga semua material beton tercampur merata



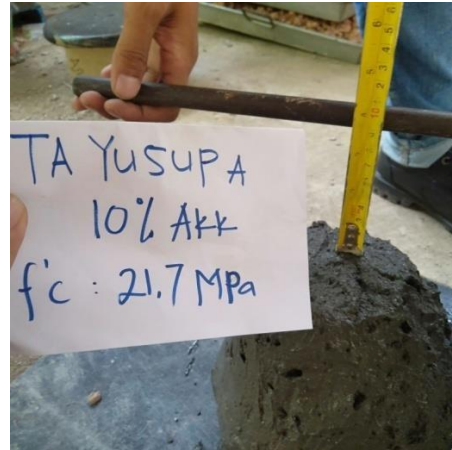
Keluarkan beton segar dari dalam molen



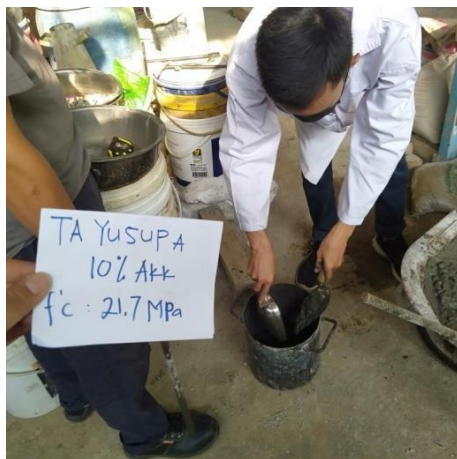
Lakukan pengujian slump



Lakukan penusukan sebanyak 25 kali setiap pengisian 1/3 wadah



Hasil slump yang didapatkan yaitu 9 cm



Lakukan pengujian berat isi beton segar



Didapatkan berat beton segar yaitu 23,73 kg



Masukkan beton segar ke dalam cetakan silinder



Ratakan permukaan silinder



Tunggu ±24 jam hingga beton mengeras



Beton yang sudah mengeras kemudian dikeluarkan dari cetakan silinder



Beton yang telah dikeluarkan dari cetakan silinder



Lakukan perendaman untuk perawatan beton

DOKUMENTASI
PENGECORAN BETON 12,5 % AKK



Siapkan semua material untuk pengecoran beton 12,5 % AKK



Masukkan semua material ke dalam mesin molen



Masukkan abu kulit kopi



Berikan air dan tunggu hingga semua material beton tercampur merata



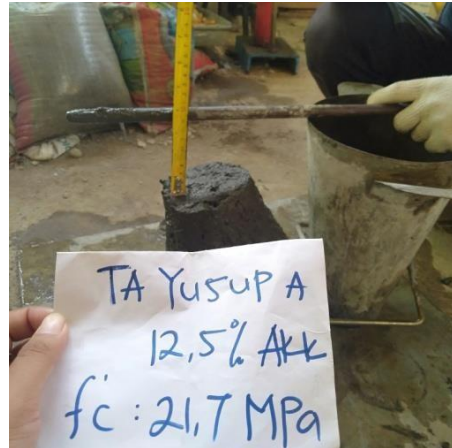
Keluarkan beton segar dari dalam molen



Lakukan pengujian slump



Lakukan penusukan sebanyak 25 kali
setiap pengisian 1/3 wadah



Hasil slump yang didapatkan yaitu 9 cm



Lakukan pengujian berat isi beton segar



Didapatkan berat beton segar yaitu 23,59
kg



Masukkan beton segar ke dalam cetakan
silinder



Ratakan permukaan silinder



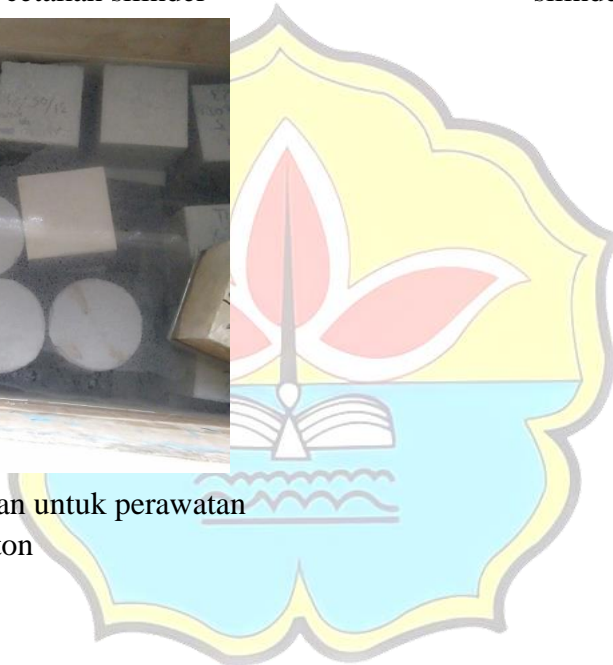
Beton yang sudah mengeras kemudian dikeluarkan dari cetakan silinder



Beton yang telah dikeluarkan dari cetakan silinder



Lakukan perendaman untuk perawatan beton



DOKUMENTASI
UJI KUAT TEKAN BETON NORMAL



Siapkan benda uji



Capping benda uji



Penimbangan benda uji 1



Pengujian benda uji 1



Hasil pengujian benda uji 1



Bentuk kehancuran benda uji 1



Penimbangan benda uji 2



Pengujian benda uji 2



Hasil pengujian benda uji 2



Bentuk kehancuran benda uji 2



Penimbangan benda uji 3



Pengujian benda uji 3



Hasil pengujian benda uji 3

Bentuk kehancuran benda uji 3



Perbandingan bentuk kehancuran benda uji

DOKUMENTASI
UJI KUAT TARIK BELAH BETON NORMAL



Penimbangan benda uji 1



Pengujian benda uji 1



Hasil pengujian benda uji 1



Bentuk kehancuran benda uji 1



Penimbangan benda uji 2



Pengujian benda uji 2



Hasil pengujian benda uji 2



Bentuk kehancuran benda uji 2



Penimbangan benda uji 3



Pengujian benda uji 3



Hasil pengujian benda uji 3



Bentuk kehancuran benda uji 3

DOKUMENTASI
UJI KUAT TEKAN BETON 7,5 % ABU KULIT KOPI



Siapkan benda uji



Capping benda uji



Penimbangan benda uji 1



Pengujian benda uji 1



Hasil pengujian benda uji 1



Bentuk kehancuran benda uji 1



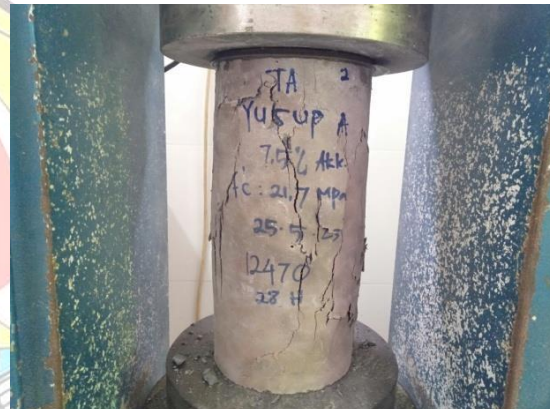
Penimbangan benda uji 2



Pengujian benda uji 2



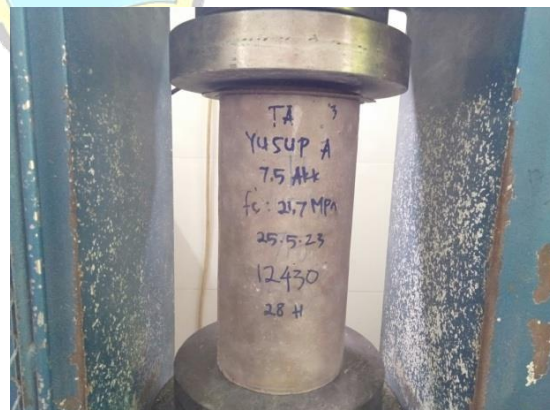
Hasil pengujian benda uji 2



Bentuk kehancuran benda uji 2



Penimbangan benda uji 3



Pengujian benda uji 3



Hasil pengujian benda uji 3



Bentuk kehancuran benda uji 3

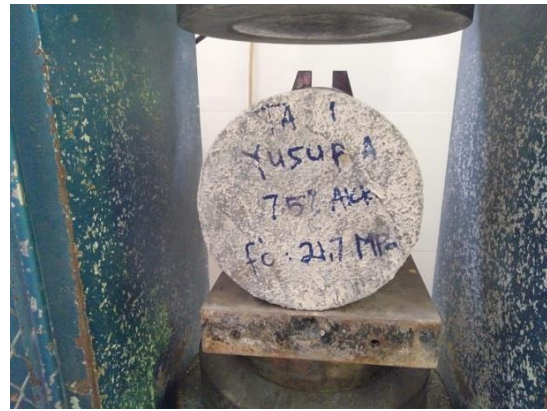


Perbandingan bentuk kehancuran benda uji

DOKUMENTASI
UJI KUAT TARIK BELAH BETON 7,5 % ABU KULIT KOPI



Penimbangan benda uji 1



Pengujian benda uji 1



Hasil pengujian benda uji 1



Bentuk kehancuran benda uji 1



Penimbangan benda uji 2



Pengujian benda uji 2



Hasil pengujian benda uji 2



Bentuk kehancuran benda uji 2



Penimbangan benda uji 3



Pengujian benda uji 3



Hasil pengujian benda uji 3



Bentuk kehancuran benda uji 3

DOKUMENTASI
UJI KUAT TEKAN BETON 10 % ABU KULIT KOPI



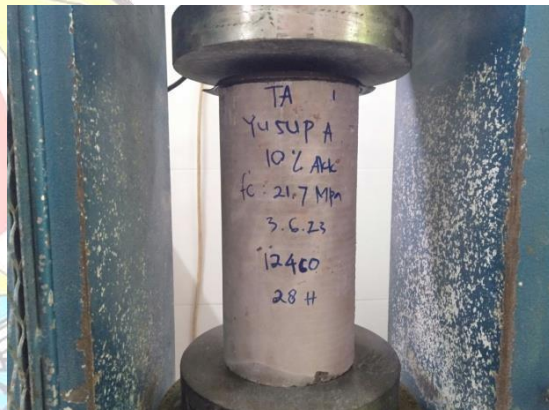
Siapkan benda uji



Capping benda uji



Penimbangan benda uji 1



Pengujian benda uji 1



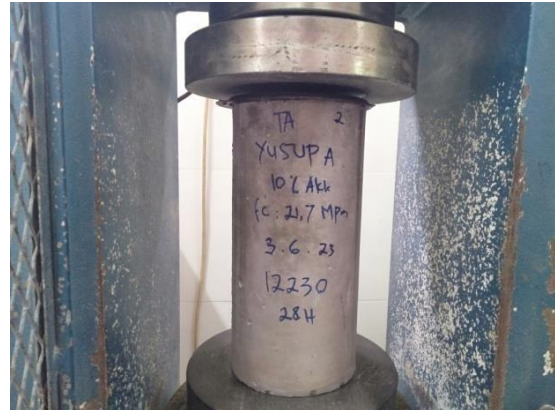
Hasil pengujian benda uji 1



Bentuk kehancuran benda uji 1



Penimbangan benda uji 2



Pengujian benda uji 2



Hasil pengujian benda uji 2



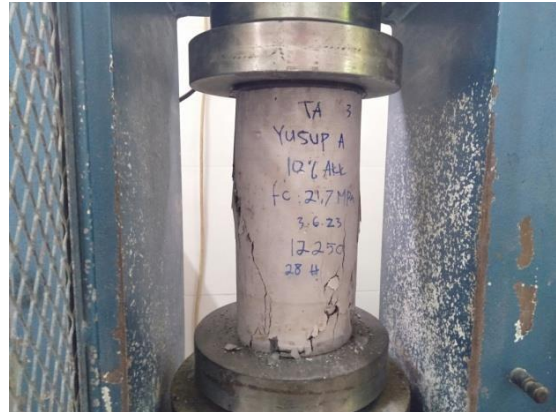
Bentuk kehancuran benda uji 2



Penimbangan benda uji 3



Pengujian benda uji 3



Hasil pengujian benda uji 3

Bentuk kehancuran benda uji 3

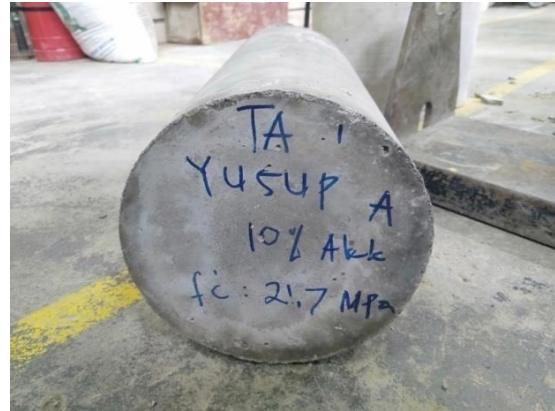


Perbandingan bentuk kehancuran benda uji

DOKUMENTASI
UJI KUAT TARIK BELAH BETON 10 % ABU KULIT KOPI



Penimbangan benda uji 1



Pengujian benda uji 1



Hasil pengujian benda uji 1



Bentuk kehancuran benda uji 1



Penimbangan benda uji 2



Pengujian benda uji 2



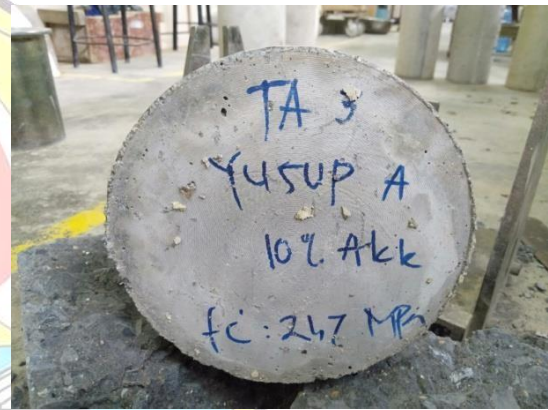
Hasil pengujian benda uji 2



Bentuk kehancuran benda uji 2



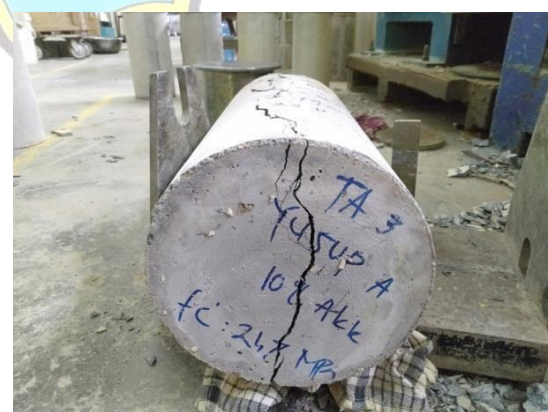
Penimbangan benda uji 3



Pengujian benda uji 3



Hasil pengujian benda uji 3

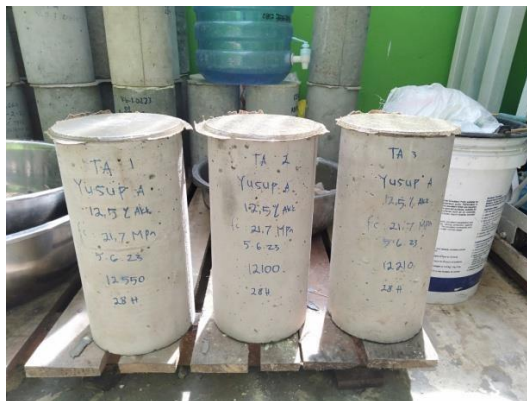


Bentuk kehancuran benda uji 3

DOKUMENTASI
UJI KUAT TEKAN BETON 12,5 % ABU KULIT KOPI



Siapkan benda uji



Capping benda uji



Penimbangan benda uji 1



Pengujian benda uji 1



Hasil pengujian benda uji 1



Bentuk kehancuran benda uji 1



Penimbangan benda uji 2



Pengujian benda uji 2



Hasil pengujian benda uji 2



Bentuk kehancuran benda uji 2



Penimbangan benda uji 3



Pengujian benda uji 3



Hasil pengujian benda uji 3



Bentuk kehancuran benda uji 3



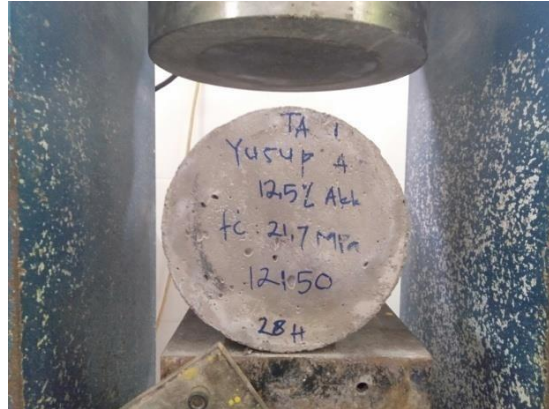
Perbandingan bentuk kehancuran benda uji

DOKUMENTASI

UJI KUAT TARIK BELAH BETON 12,5 % ABU KULIT KOPI



Penimbangan benda uji 1



Pengujian benda uji 1



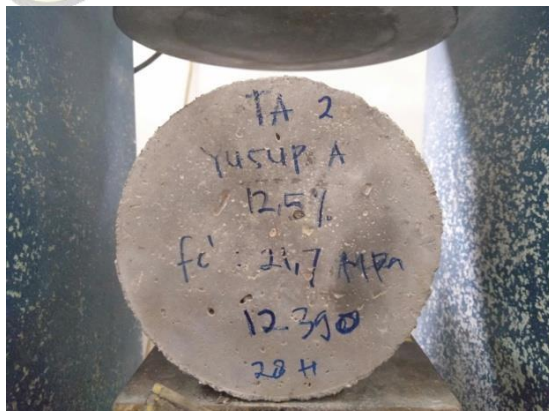
Hasil pengujian benda uji 1



Bentuk kehancuran benda uji 1



Penimbangan benda uji 2



Pengujian benda uji 2



Hasil pengujian benda uji 2



Bentuk kehancuran benda uji 2



Penimbangan benda uji 3



Pengujian benda uji 3



Hasil pengujian benda uji 3



Bentuk kehancuran benda uji 3