

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan dalam pelaksanaan struktur bangunan modern. Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air dan agregat dan kadang-kadang bahan tambahan (*admixture*) yang berupa bahan kimia, serat, bahan non kimia dengan perbandingan tertentu (Mulyono, 2004). Penggunaan beton pada dasarnya memiliki keunggulan-keunggulan diantaranya memiliki kuat tekan yang tinggi, perawatan dan pembentukan yang mudah, serta mudah mendapatkan bahan penyusunnya (SNI 03-2847-2019, 2019). Berbagai upaya telah dilakukan penelitian guna memperoleh kemajuan dalam teknologi beton yakni penambahan bahan *admixture* yang bertujuan mengubah sifat-sifat tertentu dari beton agar lebih baik dan lebih ekonomis, namun tidak menghilangkan sifat dari karakteristik beton itu sendiri. Upaya yang telah dilakukan tersebut adalah pemanfaatan terhadap limbah buangan agrikultur dan industri yang tidak digunakan semaksimal mungkin (Beni Anggi Saputro, 2020).

Berdasarkan data didunia, Indonesia merupakan salah satu negara agraris yang terbesar di dunia yang memiliki kekayaan alam dari struktur perkebunan diantaranya adalah perkebunan kelapa. Hampir seluruh daerah di Indonesia memiliki lahan kelapa yang luas dan tidak menutup kemungkinan limbah kelapa akan melimpah pula (Hardini et al., 2022).

Tanaman kelapa merupakan tanaman yang banyak dijumpai di seluruh pelosok Nusantara dan hasilnya sangat melimpah. Buah kelapa memiliki daging yang sering digunakan untuk bahan pembuatan minyak dan untuk bahan tambahan makanan sedangkan tempurungnya diabaikan begitu saja dan menjadi sampah pada lingkungan (Cahya et al., 2022). Pemakaian sampah seperti tempurung kelapa hingga sekarang ini masih terjangkau dan belum diolah menjadi produk teknologi di perusahaan-perusahaan mebel dan kerajinan rumah tangga. Untuk itu dilakukanlah inovasi-inovasi bahan pencampuran beton untuk diuji coba agar bahan penyusunannya menjadi lebih ekonomis dengan mengganti bahan tersebut dengan bahan yang lainnya termasuk dengan pemakaian sampah yang ada disekitar kita sehingga dapat memberikan alternatif untuk pemanfaatan limbah-limbah yang belum termanfaatkan secara optimal (Langitan et al., 2022).

Beton merupakan unsur dari konstruksi yang mempunyai peranan penting dalam pembangunan. Menurut SNI 03-2847-2019, pengertian beton adalah suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari semen portland, agregat halus, agregat kasar, dan air, dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Dibandingkan menggunakan bahan lainnya, beton juga diminati karena banyak memiliki kelebihan-kelebihan, antara lain memiliki kekuatan yang baik dan harga yang relatif murah, tahan lama, tahan terhadap api, tidak mengalami pembusukan dan bahan baku penyusunannya pun mudah didapat. Sebagai bahan dalam konstruksi hal yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton adalah tingkat efisiensi dan faktor efektifitasnya. Secara umum beton terbuat dari bahan-bahan yang dapat diperoleh dan diolah (*workability*) serta

bahan pengisi (*filler*), yang harus diperlukan dalam suatu konstruksi, memiliki keawetan (*durability*) dan kekuatan (*strenght*). Dari sifat yang dimiliki beton itulah yang menjadikan beton sebagai bahan alternatif untuk dikembangkan baik bentuk fisik maupun metode pelaksanaannya (Tjokrodimuljo, 2007).

Pada daerah tertentu khususnya agregat kasar dan agregat halus sangat sulit untuk mendapatkan agregat sebagai bahan utama dalam pembuatan beton. Berdasarkan uraian diatas, maka pada kesempatan ini penulis ingin melakukan penelitian dengan menggunakan material campuran beton dengan judul **“Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Dan *Silica Fume* Terhadap Kuat Tekan Beton”** dengan komposisi tempurung kelapa yang digunakan yaitu, 2%, 6%, 10% Dari berat pasir sedangkan untuk silikafume yaitu 2% dari berat semen. Sehingga bisa memiliki kualitas secara ekonomi untuk masyarakat dan mengurangi dampak pencemaran lingkungan, jika pemanfaatan tempurung kelapa bisa dibuktikan secara teknis sebagai bahan/agregat untuk campuran.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah penelitian di atas, maka masalah yang ada adalah:

1. Bagaimana perbandingan hasil kuat tekan beton normal dengan beton campuran abu tempurung kelapa dan *silikafume* waktu beton umur 28 hari?
2. Bagaimana perbandingan hasil persentase maksimum pada penggunaan abu tempurung kelapa dan *silikafume* terhadap kuat tekan?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui perbandingan hasil kuat tekan beton normal dengan beton campuran abu tempurung kelapa dan silikafume pada waktu beton umur 28 hari.
2. Mengetahui persentase maksimum pada penggunaan abu tempurung kelapa dan *silikafume* terhadap kuat tekan.

D. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Semen, yaitu semen Tonasa type I (*Portland Cement*) dengan pertimbangan sering digunakan dalam kegiatan untuk pelaksanaan konstruksi.
2. Kuat tekan beton rencana (f'_c) sebesar 25 MPa.
3. Variasi Tempurung kelapa yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0%, 2%, 6%, 10% dan *silikafume* adalah 2%.
4. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan beton.
5. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 28 hari.

E. Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan masyarakat dapat mengetahui fungsi lebih dari tempurung kelapa. Selain itu diharapkan abu tempurung kelapa dan *silikafume* sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton dapat digunakan dalam teknologi beton.

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan yang dapat disajikan yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang teori teori yang menyangkut tentang penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan mengenai metode – metode yang akan digunakan dalam penelitian baik dari jenis penelitiannya, tahapan, bagan alir serta lain sebagainya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas secara keseluruhan tentang hasil penelitian kuat tekan beton dan komposisi abu tempurung kelapa dan *silica fume* yang dihasilkan optimal.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan dari seluruh penulisan, serta saran-saran yang dikemukakan berupa sambungan pemikiran penulis tentang penulisan permasalahan tersebut diatas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian teori

1. Beton

Beton merupakan salah satu bahan material yang umum digunakan dalam dunia konstruksi khususnya pembangunan infrastruktur seperti jalan, jembatan, dan pembangunan gedung (Panjaitan dkk., 2021). Menurut (Mulyono, 2004) beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture atau additive*).

Beton adalah material yang diperoleh dari campuran (komposit) yang terdiri dari beberapa bahan yaitu antara lain agregat kasar, agregat halus, semen, air, serta terkadang ditambahkan pula dengan bahan tambah lain seperti zat *additive* dengan perbandingan proporsi yang telah ditentukan. Penentuan kualitas beton sangat bergantung pada kualitas bahan-bahan yang digunakan dalam campuran beton tersebut (Mahendra, Y. I, Gardjito. E, Ridwan. A, 2021).

Beton merupakan konstruksi yang sangat penting dan paling dominan digunakan pada struktur bangunan. Berbagai bangunan didirikan dengan menggunakan beton sebagai konstruksi utama, baik bangunan gedung, bangunan air, bangunan sarana transportasi maupun bangunan-bangunan lainnya. Beton merupakan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan, antara lain kuat menahan gaya tekan, tahan terhadap perubahan cuaca, lebih tahan

terhadap suhu tinggi, mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan dan mudah dikerjakan dengan cara mencampur semen, agregat, air, dan bahan tambahan lain apabila diperlukan (Kandiyufiter & Ruslan Ramang, 2012).

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) beton mempunyai beberapa kelebihan yaitu sebagai berikut:

- a. Biaya yang diperlukan relatif murah sedikit karena bahan baku umumnya mudah didapat.
- b. Biaya pemeliharaan rendah karena beton tahan terhadap temperatur rendah ataupun tinggi serta tahan terhadap peristiwa yang disebabkan oleh kondisi lingkungan, seperti pembusukan dan pengkaratan.
- c. Kekuatannya tinggi dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan struktur yang akan dibangun, serta jika dikombinasikan dengan bahan yang juga mempunyai kekuatan yang tinggi akan menghasilkan kesatuan struktur dan dapat digunakan dalam pembuatan bangunan mutu tinggi.
- d. Mudah dibentuk menggunakan cetakan sesuai dengan kebutuhan struktur bangunan.

Adapun kekurangan beton menurut (Tjokrodimuljo, 2007) yaitu sebagai berikut :

- a. Adanya perbedaan dalam proses perencanaan dan pembuatan beton di daerah-daerah tertentu disebabkan oleh perbedaan karakteristik bahan-bahan campuran beton tergantung dari lokasi pengambilan agregatnya.

- b. Proses perencanaan dan pelaksanaannya bermacam-macam disesuaikan dengan kebutuhan bangunan yang akan dibangun karena beton mempunyai ketentuan kelas kekuatan.
- c. Diperlukan material lain seperti tulangan untuk mengatasi retak atau rapuhnya beton, karena beton mempunyai kuat tarik rendah.

2. Agregat

Agregat adalah material granular misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidrolik atau adukan beton.

Menurut Tjokrodimuljo, (2007), agregat adalah butiran material mineral alami yang berfungsi sebagai pengisi dalam campuran mortar atau beton. Walaupun sebagai pengisi, agregat sangat berpengaruh terhadap sifat mortar.

Adapun klasifikasi agregat menurut Beni Anggi Saputro, (2020) berdasarkan ukuran butirannya dapat digolongkan sebagai berikut :

- a. Batu, ukuran butirannya yaitu lebih besar dari 40 mm.
- b. Kerikil, ukuran butirannya yaitu antara 4,8 mm – 40 mm.
- c. Pasir, ukuran butirannya yaitu antara 0,15 mm – 4,8 mm.
- d. Debu (*silt*), ukuran butirannya yaitu lebih kecil dari 0,15 mm.

Jenis-jenis agregat yang digunakan dalam campuran beton dibedakan menjadi dua, yaitu sebagai berikut :

- a. Agregat kasar (kerikil)

Agregat kasar (kerikil) adalah agregat dengan ukuran butiran lebih besar dari 4,75 mm. Agregat kasar merupakan nama lain dari kerikil ataupun batu pecah, ukuran kerikil yang umum dihasilkan dari industri pemecah batu yaitu 5 mm - 40 mm (Bintoro et al., 2018). Syarat mutu agregat kasar (kerikil) untuk campuran beton menurut *SK SNI S – 04 – 1989 – F*, yaitu sebagai berikut :

- 1) Butirannya tajam, kuat dan keras.
- 2) Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca.
- 3) Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut :
 - a) Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 12%
 - b) Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 10%
- 4) Agregat kasar tidak boleh mengandung Lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 1 %. Apabila lebih dari 1 % maka kerikil harus dicuci.
- 5) Tidak boleh mengandung zat organik dan bahan alkali yang dapat merusak beton.
- 6) Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan antara 6 – 7,10 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut :
 - a) Sisa di atas ayakan 38 mm dan harus 0 % dari berat.
 - b) Sisa di atas ayakan 4,8 mm, 90 % - 98 % dari berat.

- c) Selisih antara sisa-sisa kumulatif di atas dua ayakan yang berurutan, maksimal 60% dan minimal 10 % dari berat.

7) Tidak boleh mengandung garam.

b. Agregat halus (pasir)

Agregat halus (pasir) adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi pada pembuatan beton yang berupa pasir alami atau pasir buatan yang diperoleh dari mesin pemecah batu, dengan ukuran butiran maksimal 4,8 mm (Mahendra, Y. I, Gardjito. E, Ridwan. A, 2021). Agregat halus yang layak digunakan dalam campuran beton yaitu agregat yang terbebas dari bahan-bahan yang dapat merusak campuran beton, seperti bahan organik, lempung, dan lain-lain.

Syarat mutu agregat halus (pasir) untuk campuran beton menurut (SK SNI M-09-1989-F), yaitu sebagai berikut :

- 1) Butirannya tajam, kuat dan keras.
- 2) Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca.
- 3) Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut :
 - a) Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 12 %
 - b) Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 10%
- 4) Agregat halus tidak boleh mengandung Lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 5 %. Apabila lebih dari 5 % maka pasir harus dicuci.

- 5) Tidak boleh mengandung zat organik, karena akan mempengaruhi mutu beton. Bila direndam dalam larutan 3 % NaOH, cairan diatas endapan tidak boleh lebih gelap dari larutan pembanding.
- 6) Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 – 3,8. Apabila ayakan dengan susunan ayakan yang telah ditentukan, harus masuk salah satu daerah susunan butir menurut zone 1, 2, 3, atau 4 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut :
 - a) Sisa di atas ayakan 4,8 mm, maksimal 2 % dari berat.
 - b) Sisa di atas ayakan 1,2 mm, maksimal 10 % dari berat.
 - c) Sisa di atas ayakan 0,30 mm, maksimal 15 % dari berat
- 7) Tidak boleh mengandung garam.

3. Semen

Semen adalah bahan perekat pada beton yang berbentuk halus dan dapat mengikat agregat kasar ataupun agregat halus setelah reaksi hidrasi terjadi karena adanya penambahan air (Mahendra, Y. I, Gardjito. E, Ridwan. A, 2021).

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesive (*adhesive*) dan kohesife (*cohesive*) yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa padat. Meskipun definisi ini dapat diterapkan untuk banyak jenis bahan, semen yang dimaksudkan untuk konstruksi beton bertulang adalah bahan yang jadi dan mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hdraulic (*hydraulic cements*) (Kandiyufiter & Ruslan Ramang, 2012)

Semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*clinker*) *portland* terutama yang terdiri dari kalsium silikat ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang bersifat hidrolis dan di giling bersama – sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

a. Bahan baku pembuatan semen *portland*

Semen *Portland* terbentuk dari oksida-oksida utama yaitu : Kapur (CaO), Silika (SiO_2), Alumina (Al_2O_3), Besi (Fe_2O_3). Bahan baku oksida-oksida tersebut diperoleh dari :

- 1) Batu kapur kalsium (CaCO_3), setelah proses pembakaran terjadi akan menghasilkan kapur oksida (CaO).
- 2) Tanah liat yang mengandung oksida Silika (SiO_2), Alumina (Al_2O_3), Besi (Fe_2O_3).
- 3) Pasir kuarsa atau batu silica untuk menambah kekurangan SiO_2 .
- 4) Pasir besi untuk menambah kekurangan Fe_2O_3 .

b. Sifat kimia semen

Tabel 2. 1 Susunan oksida yang membentuk semen (*Sumber: Tjokrodinuljo 2007*)

No	Oksida	Persentase
1	Kapur (CaO)	60 – 70 %
2	Silika (SiO_2)	17 – 25 %
3	Alumina (Al_2O_3)	3 – 8 %
4	Besi (Fe_2O_3)	0,5 - 6 %
5	Magnesia (MgO)	0,1 - 5,5 %
6	Sulfur (SO_3)	0,5 – 3 %

No	Oksida	Persentase
7	Portash / Soda ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)	0,5 – 1,3 %

c. Jenis-jenis semen *Portland*

Semen portland / Ordinary Portland Cement (OPC) dibedakan menjadi (Prasetyadi, 2013) :

- 1) *Portland Cement Type I (Ordinary Portland Cement)*, Semen portland tipe I merupakan jenis semen yang paling banyak dibutuhkan oleh masyarakat luas dan dapat digunakan untuk seluruh aplikasi yang tidak membutuhkan persyaratan khusus. Contohnya, ketika pemilik rumah atau tukang batu yang sedang mengerjakan proyek atau merenovasi rumah tinggal akan membeli semen di toko bangunan, mereka hanya menyebut semen, tanpa menyebut jenis semen apa yang seharusnya digunakan atau cocok dengan lingkungan pemukiman mereka berada, antara lain : bangunan, perumahan, gedung-gedung bertingkat, jembatan, landasan pacu dan jalan raya.
- 2) *Portland Cement Type II (Moderate sulfat resistance)*, Semen portland tipe II merupakan semen dengan panas hidrasi sedang atau di bawah semen portland tipe I serta tahan terhadap sulfat. Semen ini cocok digunakan untuk daerah yang memiliki cuaca dengan suhu yang cukup tinggi serta pada struktur drainase. Semen portland tipe II ini disarankan untuk dipakai pada bangunan seperti bendungan, dermaga dan landasan berat yang ditandai adanya kolom-kolom dan dimana proses hidrasi rendah juga merupakan pertimbangan utama.

- 3) *Portland Cement Type III (High Early Strength Portland Cement)*, Jenis ini memperoleh kekuatan besar dalam waktu singkat, sehingga dapat digunakan untuk perbaikan bangunan beton yang perlu segera digunakan atau yang acuannya perlu segera dilepas. Selain itu juga dapat dipergunakan pada daerah yang memiliki temperatur rendah, terutama pada daerah yang mempunyai musim dingin. Kegunaan pembuatan jalan beton, landasan lapangan udara, bangunan tingkat tinggi, bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan terhadap sulfat.
- 4) *Portland Cement Type IV (Low Heat Of Hydration)*, Tipe semen dengan panas hidrasi rendah. Semen tipe ini digunakan untuk keperluan konstruksi yang memerlukan jumlah dan kenaikan panas harus diminimalkan. Oleh karena itu semen jenis ini akan memperoleh tingkat kuat beton dengan lebih lambat ketimbang portland tipe I. Tipe semen seperti ini digunakan untuk struktur beton masif seperti dam gravitasi besar yang mana kenaikan temperatur akibat panas yang dihasilkan selama proses curing merupakan faktor kritis. Cocok digunakan untuk daerah yang bersuhu panas.
- 5) *Portland Cement Type V (Sulfat Resistance Cement)*, Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat. Cocok digunakan untuk pembuatan beton pada daerah yang tanah dan airnya mempunyai kandungan garam sulfat tinggi. Sangat cocok untuk instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan, pelabuhan, dan pembangkit tenaga nuklir.

4. Air

Air adalah bahan yang diperlukan dalam proses hidrasi, karena pada adukan air sangat penting untuk proses pengikatan, pengerasan dan pengeringan dalam adukan. Disamping itu air juga bersifat mengatur tingkat kekentalan adukan. Air untuk campuran pembuatan bahan konstruksi tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam dan kandungan organik lainnya. Air untuk campuran yang baik adalah air yang layak dikonsumsi oleh manusia (Langitan dkk., 2022)

Air adalah bahan dasar dalam pembuatan beton dan sangat berpengaruh terhadap hasil campuran beton, karena air diperlukan dalam proses reaksi kimia semen dan membentuk pasta semen untuk mengikat agregat. Apabila beton kelebihan air maka akan terjadi *bleeding* (air dan semen naik ke permukaan campuran beton segar setelah dituang) (Tjokrodinuljo, 2007)

Tabel 2. 2 Batas kadar klorida pada beton umur 28 hari (*Sumber: Buku Teknologi Bahan, H. Hakzah, S.T.,M.T 2018.*)

No	Bentuk Konstruksi	Maksimum Clorida Ion Terhadap Berat Semen
1	Beton pratekan	0,06 %
2	Beton bertulang yang bergubungan dengan Cl dalam pemakaiannya	0,15 %
3	Beton bertulang di tempat yang selalu kering	1,0 %
4	Beton bertulang secara umum	0,3 %

5. Material Alternatif

Penambahan material alternatif dimaksudkan untuk memperbaiki sifat karakteristik beton, serta difungsikan sebagai bahan tambah ataupun bahan pengganti material dasar pada pembuatan beton. Adapun material alternatif

yang digunakan pada penelitian ini yaitu tempurung kelapa dan silikafume.

Tabel 2. 3 Komposisi kimia tempurung kelapa (*Sumber: Tamado, 2013*)

Parameter	Kadar (%)
<i>Selulosa</i>	26,60
<i>Lignin</i>	29,40
<i>Pentosan</i>	27,70
<i>Solvent ekstraktif</i>	4,20
<i>Uronat unhidrid</i>	3,50
Abu	0,62
Nitrogen	0,11
Air	8,01

Tabel 2. 4 Komposisi Kimia Sikafume (*Sumber: Data Teknis Sika Fume, PT. Sika Indonesia, 2011*)

Bahan Kimia	Komposisi
SiO ₂	93.0% min
CaO	0.60% max
Fe ₂ O ₃	0.805 max
K ₂ O	1.2% max
MgO	0.60% max
Al ₂ O ₃	0.40% max
Na ₂ O	0.20% max
C (free)	2.0% max
SO ₃	0.40% max
LOL	3.5% max

Tabel 2. 5 Sifat Fisik Sikafume (*Sumber: Data Teknis Sika Fume, PT. Sika Indonesia, 2011*)

Bahan Kimia	Komposisi
Bentuk	Bubuk
Warna	Keabu-abuan

Berat jenis	$s \pm 0.60 \text{ kg/l}$
-------------	---------------------------



Gambar 2. 1 Silicafume
(Sumber :Google Post By microsilica-fume)

6. Kuat tekan

Kuat tekan adalah kemampuan suatu beton dalam menerima beban gaya tekan yang diberikan persatuan luas (Bintoro et al., 2018) . Kuat tekan beton adalah beban gaya tekan yang diberikan pada beton yang dihasilkan oleh alat tekan tekan beton dengan standar tertentu yang dapat menghancurkan beton.

Kuat tekan menjadi penentu mutu dan kualitas beton, yang dihasilkan dari pencampuran antara agregat, semen, dan air. Pembuatan beton baru dikatakan berhasil apabila beton mencapai kuat tekan yang telah ditentukan atau direncanakan dalam *mix design*. (Wimaya et al., 2020).

Menurut SNI 1974-2011 mengenai Cara Uji Kuat Tekan Beton, perhitungan kuat tekan beton untuk benda uji berbentuk silinder ditetapkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$F_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

F_c = Kuat Tekan Beton (kg/cm^2)

P = Beban yang bekerja (kg)

A = Luas penampang benda (cm²)



Gambar 2. 2 Pengujian Kuat Tekan Pada Beton
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Toleransi waktu pengujian menurut SNI 1974-2011 semua benda uji untuk umur uji yang ditentukan harus diuji dalam toleransi waktu yang diizinkan seperti table dibawah ini.

Tabel 2. 6 Toleransi waktu pengujian (Sumber: SNI 1974:2011)

Umur Uji (Hari)	Waktu yang di izinkan
1	± 15 menit atau 2,1%
2	± 30 menit atau 2,1%
3	± 2 jam atau 2,8%
7	± 6 jam atau 3,6%
28	± 20 jam atau 3,0%
90	± 2 jam atau 2,2%

B. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang penggunaan Tempurung Kelapa dalam pembuatan beton telah banyak dilakukan dan menggunakan cara yang berbeda-beda serta hasil yang

berbeda pula. Berikut adalah penjelasan singkat tentang penelitian-penelitian tersebut :

1. Andi Sulfanita dkk., (2021), dengan judul penelitian Pengaruh Penggunaan Biji Salak Sebagai Agregat Kasar pada Beton. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penggunaan biji salak dengan presentase 5% dan 10% memberikan nilai kuat tekan 28 hari yang memenuhi standar kuat tekan beton rancangan. Sedangkan presentase biji salak 15% dan 20% tidak menghasilkan nilai kuat tekan yang direncanakan. Oleh karena itu, biji salak layak digunakan sebagai pengganti agregat kasar dengan presentase kurang dari 10%. Semakin tinggi substitusi campuran pada beton biji salak, maka semakin rendah kuat tekan beton tersebut. Hasil penelitian ini dapat dikembangkan pada penelitian beton hijau yang memanfaatkan limbah.
2. Misbahuddin dkk., (2022) dengan judul penelitian Pemanfaatan Limbah Popok Bayi Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Bata Ringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan bata ringan dengan umur perawatan 28 hari variasi 0% dengan rata-rata kuat tekan 4,000 MPa, variasi 5% dengan rata-rata kuat tekan 4,667 MPa, variasi 10% dengan rata-rata kuat tekan 5,333 MPa dan variasi 15% dengan rata-rata kuat tekan 7,333 MPa. Sedangkan presentase penyerapan air bata ringan dengan variasi 0% didapatkan 10,6% variasi 5% didapatkan 13,1 %, variasi 10% didapatkan 15,2% dan variasi 15% didapatkan 16,8%.
3. Hardini dkk, (2022), dengan judul Penambahan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan *Paving Block*, Berdasarkan hasil

tersebut maka paving block dengan penambahan abu tempurung kelapa sebesar 2,5% terhadap berat semen dengan perbandingan semen, pasir dan air yaitu 1:6:0,40 memenuhi syarat berdasarkan SNI 03-0691-1996 masuk pada mutu D atau dapat digunakan untuk taman yang memiliki harga produksi lapangan sebesar Rp. 1.290,- /buah.

4. Mahindra, (2021) dengan judul Pengaruh Abu Tempurung Kelapa Sebagai Variasi Komposisi Terhadap Kuat Tekan Beton K250. Kesimpulan Penelitian ini adalah beton dengan penambahan Abu Tempurung Kelapa dengan variasi penambahan 0%, 3%, 5%, 7% dihasilkan kuat tekan umur 28 hari pada setiap variasi campuran sebagai berikut : Beton normal (0%) $273,65 \text{ Kg/cm}^2$, Beton dengan penambahan Abu Tempurung Kelapa 3% didapatkan kuat tekan rata-rata $209,48 \text{ Kg/cm}^2$, Beton dengan penambahan Abu Tempurung Kelapa 5% didapatkan kuat tekan rata-rata $249,12 \text{ Kg/cm}^2$, Beton dengan penambahan Abu Tempurung Kelapa 7% di dapatkan kuat tekan rata-rata $175,51 \text{ Kg/cm}^2$.
5. Beni Anggi Saputro, (2020) dengan judul Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Dari hasil uji kuat tekan di dapat nilai tertinggi yaitu pada variasi substitusi 0% mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 26,37 Mpa. Sedangkan beton dengan substitusi 5%, 10%, 15%, dan 50% mendapatkan hasil 25,41 Mpa, 18,09 Mpa, 14,44 Mpa, dan 3,46 Mpa.
6. Langitan dkk., (2022) dengan judul Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Lokal dan Abu Arang Tempurung Kelapa Sebagai Substitusi Parsial Semen. Dari hasil penelitian, kuat tekan maksimum beton dengan abu arang tempurung kelapa sebagai substitusi parsial semen

terdapat pada presentase 5% yaitu sebesar 24,09 MPa pada umur 7 hari, 27,21 MPa pada umur 14 hari dan 31,11 MPa pada umur 28 hari.

7. Cahya dkk., (2022) dengan judul Pengaruh Penambahan Limbah Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Pada Kuat Tekan Batako. Hasil pengujian menunjukan batako dengan bahan tambah tempurung kelapa 3% dan 4% sangat berpengaruh terhadap kuat tekan batako mampu memberikan perubahan sebesar 6%. Akan tetapi dengan penambahan bahan tambah terlalu banyak menyebabkan penurunan terhadap nilai kuat tekan batako, dikarenakan bahan tambah tidak bereaksi dengan campuran batako. Untuk persentase ti terjadi pada penambahan pecahan tempurung kelapa sebesar 3% di menghasilkan nilai kuat tekan batako rata-rata sebesar 11,63 Mpa.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif, yaitu penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan data melalui beberapa pengujian kemudian mendapatkan hasil kesimpulan dalam bentuk angka, data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian laboratorium. penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental dengan membandingkan 3 (tiga) variasi yaitu abu tempurung kelapa 2%; *silicafume* 2%, abu tempurung kelapa 6%; *silicafume* 2%, dan abu tempurung kelapa 10%;

silicafume 2%. Metode eksperimental digunakan untuk mengetahui nilai kuat tekan dengan menggunakan alat Mesin uji tekan Universitas Muhammadiyah Parepare.

B. Lokasi Dan Waktu

Lokasi dan waktu penelitian dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare, Jl. Jend. Ahmad Yani No. Km. 6, Kel. Bukit Harapan, Kec. Soreang kota parepare.

2. Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan selama ($\pm$) 3 (tiga) bulan yaitu dimulai pada tanggal 24 Juli 2024 – 11 September 2024.

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Juli				Agustus				September			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Studi Literatur												
2.	Persiapan Laboratorium												
3.	Pengujian Bahan Dasar												
4.	Pembuatan Benda Uji												
5.	Perawatan Benda Uji												
6.	Uji Kuat Tekan												
7.	Analisi Hasil Penelitian												

C. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat penelitian

a. Saringan

- 1) Saringan dengan nomor berturut-turut 4,75 mm (No. 4), 2,40 mm (No. 8), 1,2 mm (No. 16), 0,60 mm (No. 30), 0,30 mm (No. 50), 0,15 mm (No. 100), No. 200 yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar untuk mengetahui gradasi agregat halus (pasir).
 - 2) Saringan dengan nomor berturut-turut No. $\frac{3}{4}$, No. $\frac{1}{2}$, No. $\frac{3}{8}$, No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200 yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar untuk mengetahui gradasi agregat kasar (kerikil).
- b. Timbangan, digunakan untuk menimbang bahan susun adukan beton.
 - c. Gelas ukur, digunakan untuk mengukur banyaknya air yang digunakan dalam pembuatan beton.
 - d. Piknometer dengan kapasitas 500 gr, digunakan untuk mencari B_j agregat halus.
 - e. Jangka sorong, digunakan untuk mengukur semua dimensi benda uji.
 - f. Oven, digunakan untuk mengeringkan agregat pada pengujian kadar air, B_j , dan gradasi agregat.
 - g. Mesin aduk beton, digunakan untuk mengaduk bahan penyusun beton
 - h. Kerucut abrams, digunakan untuk mengukur kelecakan adukan beton (nilai slump).
 - i. Penggaris, digunakan untuk mengukur nilai slump.
 - j. Cetakan beton silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm.
 - k. Batang baja, digunakan untuk memadatkan adukan beton.

- l. Mesin uji tekan, digunakan untuk menguji kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas benda uji beton.
 - m. *Mesin Los Angeles*, digunakan untuk menguji ketahanan aus agregat yang dilengkapi dengan bola-bola baja.
2. Bahan penelitian
- a. Semen Tonasa (50 kg) atau Semen Tipe I.
 - b. Agregat
 - 1) Agregat halus yang digunakan berupa pasir
 - 2) Agregat kasar yang digunakan berupa kerikil.
 - c. Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare.
 - d. Tempurung kelapa yang digunakan yaitu tempurung dibakar hingga menjadi abu.
 - e. *Silikafume*

D. Prosedur dan Rancangan Penelitian

1. Tahapan pemeriksaan

Persiapan serta pemeriksaan bahan yang akan digunakan untuk campuran beton dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Proses pemeriksaan bahan tersebut meliputi :

a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

Langkah-langkah untuk pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat, yaitu sebagai berikut :

- 1) Agregat di timbang dengan berat yang telah ditentukan (pasir seberat 500 gram dan kerikil seberat 5000 gram).
 - 2) Agregat kemudian di rendam selama ± 24 jam.
 - 3) Setelah direndam selama ± 24 jam, agregat kemudian dikeringkan hingga mencapai keadaan kering permukaan. Untuk mengetahui apakah kondisi sudah tercapai pada pasir dilakukan dengan cara pasir dimasukkan kedalam kerucut yang diletakkan ditempat rata, kemudian dimasukkan 1/3 bagian, kemudian padatkan dengan cara ditumbuk sebanyak 8 kali begitu pula dengan lapisan ke 2 (dua), dan untuk lapisan ke 3 (tiga) ditumbuk sebanyak 7 kali.
 - 4) Untuk pasir (pasir dengan kondisi kering permukaan tadi dimasukkan kedalam piknometer sebanyak 500 gram dan ditambahkan air sampai 90 % penuh, kemudian dikocok selama ± 5 menit). Kemudian untuk kerikil (kerikil dengan kondisi kering permukaan tadi seberat 5000 gram ditimbang di udara, kemudian ditimbang di dalam air).
 - 5) Agregat dikeluarkan dari wadah kemudian di oven selama ± 24 jam
 - 6) Agregat di keluarkan dari oven kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat kering.
- b. Pemeriksaan kadar organik agregat halus

Langkah-langkah untuk pemeriksaan kadar organik agregat halus, yaitu sebagai berikut :

- 1) Pasir dimasukkan kedalam botol bening sebanyak 1/3 bagian kemudian ditambahkan juga NaOH sebanyak 1/3 bagian, kemudian botol dikocok selama ± 10 menit,
- 2) Setelah itu botol di diamkan selama 24 jam, kemudian diamati perubahan warna yang terjadi dan dibandingkan dengan menggunakan standar warna kandungan organik.

c. Pemeriksaan keausan agregat kasar

Langkah-langkah untuk pemeriksaan keausan agregat kasar, yaitu sebagai berikut :

- 1) Kerikil ditumbang seberat 5000 gram, kemudian dicuci dan dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu 110°C.
- 2) Masukkan kerikil kedalam mesin *Los Angeles Abrasion Machine* beserta bola baja kemudian tekan tombol start.
- 3) Keluarkan agregat dari dalam mesin, kemudian saring menggunakan saringan No. 12.

d. Pemeriksaan kadar air agregat

Langkah-langkah untuk pemeriksaan kadar air agregat, yaitu sebagai berikut :

- 1) Timbang agregat menggunakan timbangan dengan (pasir seberat 500 gram dan kerikil seberat 1000 gram).
- 2) Kemudian agregat di oven selama 24 jam dengan suhu tetap 100°C.
- 3) Setelah di oven agregat ditimbang untuk mendapatkan berat kering.

e. Pemeriksaan kadar lumpur agregat

Langkah-langkah untuk pemeriksaan kadar lumpur agregat, yaitu sebagai berikut :

- 1) Timbang agregat menggunakan timbangan dengan (pasir seberat 500 gram dan kerikil seberat 1000 gram), kemudian oven selama 24 jam.
- 2) Agregat kemudian dicuci diatas saringan No. 200 sampai lumpurnya hilang.
- 3) Setelah dicuci agregat kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu 100°C, kemudian di timbang lagi untuk mendapatkan berat kering.

2. Tahapan pembuatan benda uji

a. Pemeriksaan material campuran beton

- 1) Timbang material campuran beton, yaitu semen, agregat (halus dan kasar), dan air sesuai dengan berat yang telah ditentukan dalam rancangan campuran beton.
- 2) Mempersiapkan peralatan-peralatan yang dibutuhkan dalam pencampuran beton.

b. Pencampuran beton

- 1) Masukkan air kedalam mesin sebanyak 80 % dari yang telah ditentukan kemudian masukkan juga agregat dan semen.
- 2) Masukkan sedikit demi sedikit sisa air yang tadi kedalam mesin yang berputar dengan tidak kurang dari 3 menit sampai airnya habis.
- 3) Setiap variasi percobaan dilakukan pengadukan sebanyak 1 (satu) kali dan setiap pengadukan dilakukan pengujian nilai slump.

c. Pemeriksaan nilai slump

- 1) Masukkan campuran beton segar kedalam kerucut abrams sebanyak $\frac{1}{3}$ bagian dengan 3 lapisan, setiap lapisan ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali.
- 2) Setelah lapisan terakhir selesai ditusuk, tunggu selama 30 detik kemudian angkat kerucut ke atas, nilai slump yaitu selisih tinggi antara kerucut abrams dengan permukaan atas beton setelah ditarik.
- 3) Setiap pencampuran beton dilakukan sebanyak 2 kali uji nilai slump kemudian dirata-ratakan hasilnya.

d. Pembuatan benda uji

- 1) Campuran beton segar dimasukkan kedalam cetakan silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm, yang sebelumnya telah diberi minyak pelumas pada bagian dalam. Cetakan diisi dengan campuran beton segar sebanyak 3 (tiga) lapis, setiap lapisan ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali secara merata dan cetakan penuh
- 2) Kemudian bagian atas permukaan campuran beton diratakan hingga rata dengan bagian atas cetakan dengan menggunakan tongkat perata.

3. Tahapan perawatan beton

Setelah 24 jam beton dibuka dari cetakan, kemudian diberi tanda untuk selanjutnya dilakukan perendaman didalam bak air selama periode waktu yang telah ditentukan.

4. Tahapan pengujian

a. Kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan pada beton bertujuan untuk mengetahui berapa besar nilai kuat tekan pada beton dengan umur beton rencana 28 hari.

Pada pengujian kuat tekan beton, langkah-langkah yang dilakukan akan adalah sebagai berikut :

- 1) Benda uji terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.
- 2) Benda uji diletakkan pada *Universal Testing Machine*.
- 3) Mesin *Universal Testing Machine* dihidupkan kemudian benda uji akan mendapatkan beban gaya untuk mengetahui besarnya nilai kekuatan tekan pada benda uji
- 4) Pada saat benda uji mencapai beban maksimum benda uji akan retak atau bahkan pecah, jarum manometer akan berhenti.

Jumlah sampel untuk semua variasi campuran beton yang direncanakan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 12 buah. Setiap variasi campuran akan dilakukan pengujian kuat tekan, dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut :

Tabel 3. 2 Jumlah sampel dan variasi campuran beton (*Sumber: Hasil olah data 2024*)

No	Variasi Campuran Beton	Umur Hari/Buah	Total buah
		28	
1	BN	3	3
2	ATK 2% + SF 2%	3	3
3	ATK 6% + SF 2%	3	3
4	ATK 10% + SF 2%	3	3
Total			12 Buah

Keterangan :

ATK = Abu tempurung kelapa

SK = *Silica fume*

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan menggunakan penelitian kuantitatif dengan melakukan beberapa pengujian terhadap benda uji di laboratorium. Teknik pengumpulan data terdiri atas 2 (dua) yaitu sebagai berikut :

1. Data primer

Data primer diperoleh dari beberapa hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut :

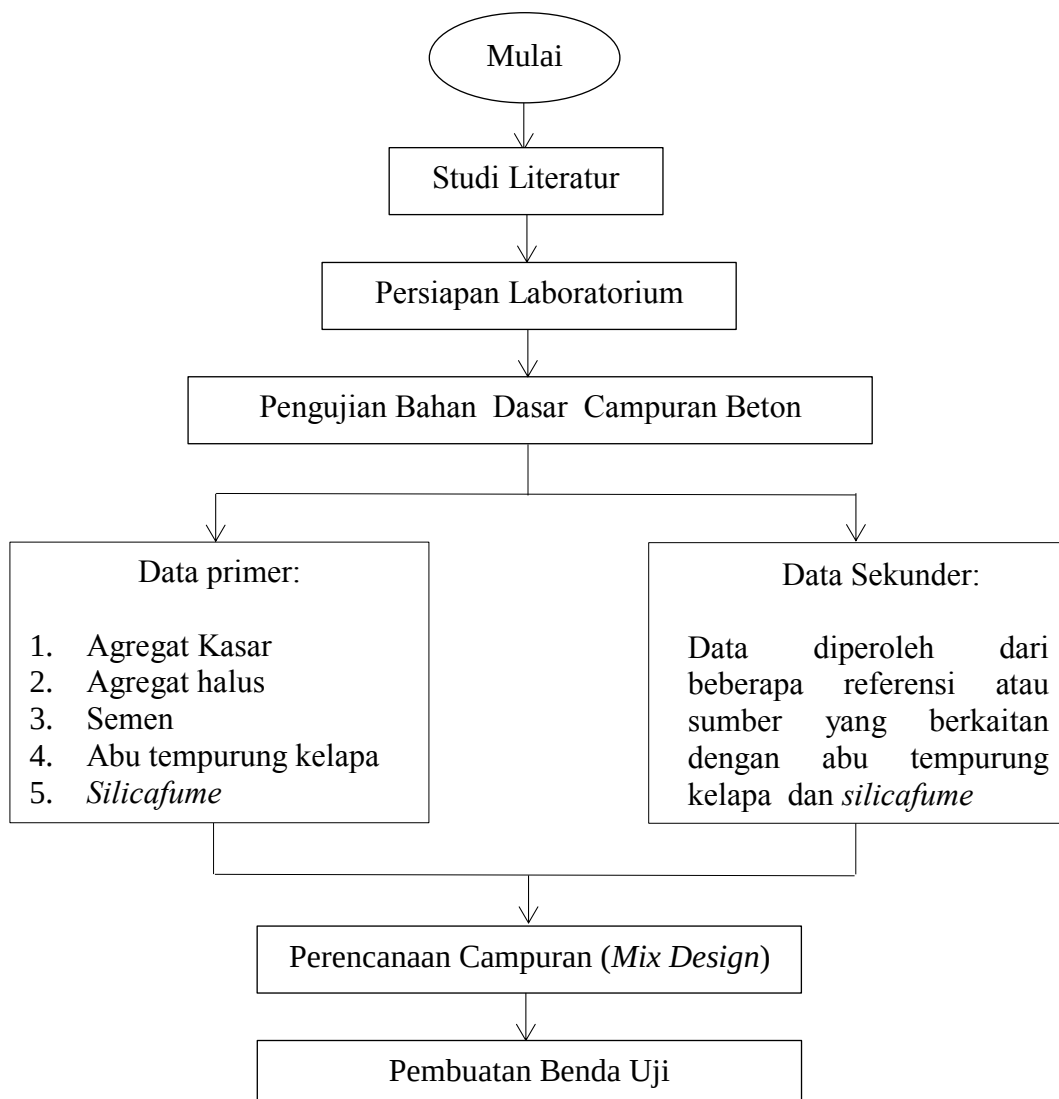
- a. Analisa saringan agregat.
- b. Berat jenis dan penyerapan.
- c. Pemeriksaan keausan (agregat kasar) dan pemeriksaan kadar organik (agregat halus).
- d. Pemeriksaan berat volume agregat.
- e. Pemeriksaan kadar air agregat.
- f. Pemeriksaan kadar lumpur agregat
- g. Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- h. Kekentalan adukan beton segar (*Slump test*).
- i. Uji kuat tekan beton.

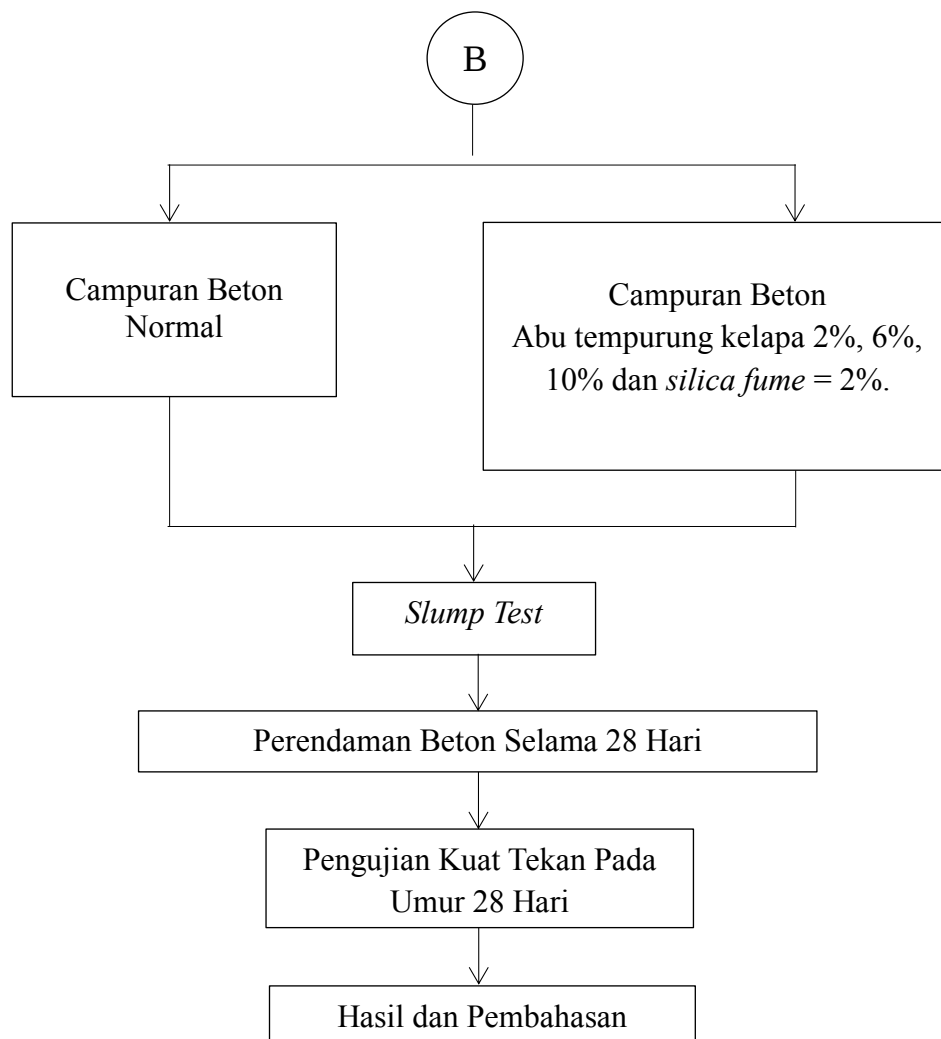
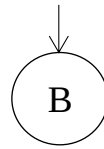
2. Data sekunder

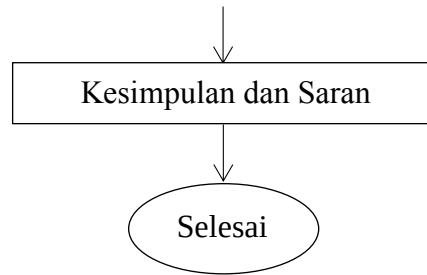
Data sekunder diperoleh dari berbagai referensi yang memiliki kaitan dengan penelitian yang dilakukan, baik itu dari Standar Nasional Indonesia,

buku-buku atau penelitian terdahulu yang dapat menunjang penelitian yang dilakukan, ataupun informasi dari dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Parepare.

F. Diagram Alir







Gambar 3. 1 Diagram Alir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dilakukan terhadap agregat kasar, agregat halus dan agregat. Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut :

1. Agregat halus pasir sungai

Tabel 4. 1 Rekapitulasi pengujian agregat halus (*Sumber : Hasil olah data 2024*)

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil	Keterangan
1	Kadar lumpur	Maks 5%	4,10%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	No. 2	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	4,18%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1,41	Memenuhi

	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1,47	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1,73%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2,35	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,26	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,30	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3,17	Memenuhi

Dari pengujian berat jenis agregat pasir sungai didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Kadar lumpur agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat pasir sungai diatas yaitu 4,10%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi SNI 03-4142-1996 yaitu lebih kecil dari 5% yang menunjukkan bahwa material agregat pada pasir sungai tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

b. Kadar organik agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar organik agregat pasir sungai diatas sampel menunjukkan warna kekeruhan di angka No.2 pada standar warna yang menunjukkan bahwa material agregat pasir sungai tersebut memiliki tingkat kadar organik terbilang rendah dan sesuai dengan spesifikasi SNI 03-2816-1992. Sehingga dapat digunakan dalam campuran beton tanpa perlu dicuci terlebih dahulu.

c. Kadar air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar air agregat pasir sungai diatas yaitu 4,18%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi SNI 03-1971-1990 yaitu berada diantara interval 2,00% - 5,00% yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

d. Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat pasir sungai kondisi lepas diatas yaitu 1,41 sedangkan pengujian berat volume agregat pasir sungai kondisi padat yaitu 1,47 dari ke 2 hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi SNI 03-4804-1998 yaitu berada diantara interval 1,4 – 1,9 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

e. Penyerapan air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat pasir sungai di atas yaitu 1,73%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi SNI SNI 1969:2008 yaitu berada diantara interval dari 0,2% - 2,0% yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

f. Berat jenis agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat jenis nyata diatas yaitu 2,35, berat jenis kering yaitu 2,26 dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,30, dari ke 3 (tiga) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi SNI 1969:2008 yaitu berada diantara interval 1,6 – 3,3 kg/liter yang menandakan bahwa

material agregat pasir sungai (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

g. Modulus kepasir sungaian agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian modulus kepasir sungaian agregat pasir sungai diatas yaitu 3,17 hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi SNI 03-1968-1990 yaitu berada diantara interval 1,50 – 3,80 yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

2. Agregat Kasar

Tabel 4. 2 Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar (*Sumber : Hasil olah data, 2024*)

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil	Keterangan
1	Kadar lumpur	Maks 1%	0,95%	Memenuhi
2	Keausan/Abrasi	Maks 50%	25,5%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	0,60%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1,60	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1,62	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	1,84%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2,67	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,55	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,59	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	6,71	Memenuhi

Dari pengujian agregat kasar diatas didapatkan hasil sebagai berikut :

a. Kadar lumpur

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat kasar diatas didapatkan hasil 0,95%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi SNI 03-4428-1997 yaitu lebih kecil dari 1% yang menunjukkan bahwa material agregat kasar tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu

b. Keausan agregat

Dari pengujian tingkat keausan agregat kasar menggunakan mesin *Los Angeless* diatas memenuhi spesifikasi SNI SNI 2417:2008 didapatkan hasil 25,5% yang nilainya lebih kecil dari 50% sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

c. Kadar air

Dari pengujian kadar air diatas memenuhi spesifikasi SNI 03-1971-1990 didapatkan hasil 0,60% yang nilainya lebih kecil dari 2 % sehingga agregat kasar dapat digunakan pada campuran beton.

d. Berat volume

Dari pengujian berat volume rongga agregat kasar didapatkan hasil 1,60 sedangkan pada pengujian berat volume padat didapatkan hasil 1,62 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6 – 1,9 kg/liter sehingga agregat kasar memenuhi spesifikasi SNI 03-4804-1998 dan dapat dijadikan bahan campuran beton.

e. Penyerapan air

Dari pengujian penyerapan air agregat kasar diatas memenuhi spesifikasi SNI 1970:2008 didapatkan hasil 1,84% yang nilainya masih

dalam interval maksimum 4% sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

f. Berat jenis

Dari pengujian berat jenis nyata didapatkan hasil 2,67. Berat jenis kering didapatkan nilai sebesar 2,55 dan untuk berat jenis kering permukaan didapatkan hasil pengujian sebesar 2,59 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6 – 3,33 berdasarkan SNI 1970:2008 sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

g. Modulus kehalusan

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar SNI, interval untuk modulus kehalusan agregat kasar yaitu berada antara 6,0-8,0. Sedangkan hasil yang diperoleh dari penelitian yaitu 6,71 adalah sesuai dengan spesifikasi SNI 03-1968-1990. Jadi agregat tersebut dapat digunakan dalam campuran beton.

3. Tempurung kelapa

Tabel 4. 3 Rekapitulasi hasil pengujian tempurung kelapa (*Sumber : Hasil olah data 2024*)

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil	Keterangan
1	Kadar lumpur	Maks 1%	0,04%	Memenuhi
2	Kadar air	0,5% - 2%	0,57%	Memenuhi
3	Berat volume			
4	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1,41	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1,44	Memenuhi
	Absorpsi	Maks 4 %	0,91%	Memenuhi
5	Berat jenis spesifik			
6	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2,67	Memenuhi

	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,61	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,63	Memenuhi
	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	2,90	Memenuhi

Dari pengujian tempurung kelapa diatas didapatkan hasil sebagai berikut :

a. Kadar lumpur

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat kasar diatas didapatkan hasil 0,04%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi SNI 03-4428-1997 yaitu lebih kecil dari 1% yang menunjukkan bahwa material tempurung kelapa tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

b. Kadar air

Dari pengujian kadar air diatas didapatkan hasil 0,57% yang nilainya lebih kecil dari 2 % sehingga tempurung kelapa memenuhi spesifikasi SNI 03-1971-1990 dan dapat digunakan pada campuran beton.

c. Berat volume

Dari pengujian berat volume rongga tempurung kelapa didapatkan hasil 1,41 sedangkan pada pengujian berat volume padat didapatkan hasil 1,44 yang keseluruhan nilainya memenuhi spesifikasi SNI 03-4804-1998 yaitu dalam interval 1,6 – 1,9 kg/liter sehingga tempurung kelapa dapat dijadikan bahan campuran beton.

d. Penyerapan air

Dari pengujian penyerapan air tempurung kelapa diatas memenuhi spesifikasi SNI 1970:2008 dan didapatkan hasil 0,94% yang nilainya masih

dalam interval maksimum 4% sehingga tempurung kelapa dapat dijadikan bahan campuran beton.

e. Berat jenis

Dari pengujian berat jenis nyata memenuhi spesifikasi SNI 1970:2008 didapatkan hasil 2,67. Berat jenis kering didapatkan nilai sebesar 2,61 dan untuk berat jenis kering permukaan didapatkan hasil pengujian sebesar 2,63 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6 – 3,33 sehingga tempurung kelapa dapat dijadikan bahan campuran beton.

f. Modulus kehalusan

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar SNI 03-1968-1990, interval untuk modulus kehalusan agregat halus yaitu berada antara 1,50-3,80. Sedangkan hasil yang diperoleh dari penelitian yaitu 2,90 adalah sesuai dengan spesifikasi. Jadi tempurung kelapa dapat digunakan dalam campuran beton.

B. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton dihitung menggunakan metode SNI 7656:2012 dengan hasil data sebagai berikut :

Diketahui data material :

Mutu beton	= 25 Mpa
<i>Slump</i>	= 75 – 100 mm
Ukuran agregat maksimum	= 20
Berat kering oven agregat kasar	= 1,62
BJ semen tanpa tambahan udara	= 3,08

Modulus kehalusan agregat halus	= 3,17
Berat jenis (SSD) agregat halus	= 2,30
Berat jenis (SSD) agregat kasar	= 2,59
Penyerapan air agregat halus	= 1,73%
Penyerapan air agregat kasar	= 1,84%
Kadar Air agregat halus	= 4,18%
Kadar Air agregat kasar	= 0,60%
Berat Volume TK	= 1,15
Berat Volume SF	= 0,44

Perhitungan:

1. Deviasi standard

$$F_c' = 25 \text{ Mpa}$$

2. Nilai tambah (*margin*)

$$M = 1,64 \times sd$$

$$= 1,64 \times 7$$

$$= 11,48 \text{ MPa}$$

3. Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan

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

$$= 25 + 11,48$$

$$= 36,48 \text{ MPa}$$

4. Jenis semen portland Tipe 1

5. Jenis Agregat

$$\text{Ageregat halus} = \text{Alami}$$

Agregat kasar = Batu pecah

6. Faktor air semen bebas = 0,51 Mpa

f'_c rencana = 25 Mpa

f'_c target = 36,48 Mpa

fas pakai = 0,51

7. Faktor Air Semen Maksimum

FAS max = 0,60

8. Slump

Biasanya untuk pengecoran di dalam indor slump yang mudah dikerjakan adalah 10 ± 2 , atau setara dengan 8 cm – 12 cm, yang dimana didalam grafik slump pada SNI 1972:2008 dikategorikan pada wilayah :

= 60 – 180

9. Ukuran agregat maksimum = 20 mm

10. Kadar air bebas

$W_h = 195$

$W_k = 225$

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus, sedangkan w_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

$$W = \frac{2}{3} \times W_h + \frac{1}{3} \times W_k$$

$$W = \frac{2}{3} \times 195 + \frac{1}{3} \times 225$$

$$W = 205,00 \text{ kg/m}^3$$

11. Kadar semen

Jika $FAS_{max} > FAS_{bebas}$, $C = W / FAS_{Max}$

Jika $FAS_{Max} < FAS_{bebas}$, $C = W / FAS_{Bebas}$

Karena FAS_{max} yang diperoleh lebih besar dari FAS_{bebas} , maka :

$$C = W / FAS_{Max}$$

$$C = 401,50 \text{ Kg/m}^3$$

12. Kadar semen minimum

$$= 325,00 \text{ Kg/m}^3$$

13. Faktor air semen yang di sesuaikan

$$= 401,50 \text{ Kg/m}^3$$

14. Susunan besar butir agregat halus

Jenis pasir = Sedang

15. Berat jenis agregat

$$\text{Berat Jenis Agregat Halus} = 2,49$$

$$\text{Berat Jenis Agregat Kasar} = 2,56$$

16. Berat jenis relatif agregat gabungan

Berat jenis agregat gabungan dihitung dengan persamaan:

$$B_j \text{ Ag.Gab} = (\text{Persen Ag.Halus} \times B_j \text{ Ag.Halus}) + (\text{Persen Ag.Kasar} \times$$

$$B_j \text{ Ag.Kasar})$$

$$= (0,35 \times 2,49) + (0,65 \times 2,59)$$

$$= 2,56$$

17. Berat isi beton

$$\text{Berat isi beton} = 2.401 \text{ kg/m}^3$$

18. Kadar Agregat Gabungan

Kadar agregat gabungan dihitung menggunakan persamaan :

$$\text{Kadar Ag.gab} = \text{Berat isi beton} - \text{Kadar semen} - \text{Kadar air bebas}$$

$$\text{Kadar Ag.gab} = 1794,5 \text{ kg/m}^3$$

19. Kadar Agregat Halus

$$\text{Kadar Ag.halus} = \text{Persen agregat halus} \times \text{Kadar Ag.gabungan}$$

$$\text{Kadar Ag.gab} = 628,08 \text{ kg/m}^3$$

20. Kadar Agregat Kasar

$$\text{Kadar Ag.Kasar} = \text{Kadar agregat gabungan} - \text{Kadar agregat halus}$$

$$= 1166,43 \text{ kg/m}^3$$

21. Koreksi terhadap kadar air

Pengujian kadar air terhadap material dilakukan sebelum hendak melakukan proses pencampuran (SNI 03-1971-1990).

Diketahui:

$$\text{Kadar air ag. halus} = 4,18\%$$

$$\text{Penyerapan ag.halus} = 1,73\%$$

$$\text{Kadar air ag.kasar} = 0,60\%$$

$$\text{Penyerapan ag.kasar} = 1,84\%$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Air} &= 205 + ((1,73\% - 4,18\%) \times 628,08 / 100) + ((1,84\% - \\ &\quad 0,60\%) \times 1166,43 / 100) \\ &= 204,08 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Semen} = 401,50 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}\text{Ag.halus} &= 628,08 - ((1,73\% - 4,18\%) \times 628,08 / 100) \\ &= 643,45 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ag.kasar} &= 1166,43 - ((1,84\% - 0,60\%) \times 1166,43 / 100) \\ &= 1151,97 \text{ kg}\end{aligned}$$

22. Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m³ beton

Tabel 4. 4 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk 1 m³ beton (*Sumber : Hasil olah data, 2024*)

	Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg)	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
Air (berat bersih)	204,08	205,0	205,0
Semen	401,50	401,50	401,50
Ag. Kasar (kering)	1151,97	1166,43	1166,43
Ag. Halus (kering)	643,45	628,08	628,08

23. Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Silinder Beton :

$$\text{Kebutuhan beton silinder} = 3 \text{ silinder beton}$$

$$\text{Diameter (d)} = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (h)} = 0,3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume 1 silinder} &= \frac{1}{4} \pi d^2 h \\ &= \frac{1}{4} 3,14 \times 0,15^2 \times 0,30 \\ &= 0,0053014 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total silinder} &= \text{Vol. 1 silinder} \times \text{beton silinder} \\
 &= 0,0053014 \text{ m}^3 \times 3 \\
 &= 0,0159042 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan volume silinder sebesar 15 %.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tambahan} &= \text{Vol. 3 silinder} \times 15\% \\
 &= 0,0159042 \text{ m}^3 \times 15\% \\
 &= 0,00239 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total} &= \text{Vol. total silinder} + \text{Vol. Tambahan} \\
 &= 0,0159042 \text{ m}^3 + 0,00239 \text{ m}^3 \\
 &= 0,01829 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

a. Kebutuhan Beton Normal

Tabel 4. 5 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk 3 silinder beton (*Sumber : Hasil olah data, 2024*)

	Kebutuhan Persatu Kubik Beton	Kebutuhan Persatu Selinder Beton	Kebutuhan 9 Selinder
W Semen	401,50 kg	2,45 kg	7,34 kg
W Pasir	643,45 kg	3,92 kg	11,77 kg
W Kerikil	1152,0 kg	7,02 kg	21,07 kg
W Air	204,08 kg	1,24 kg	3,73 kg

b. Untuk variasi abu tempurung kelapa 2 % + Silika fume 2%

1) Variasi abu tempurung 2%

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. pasir} &= \text{B. pasir} / \text{BV. Pasir} \\
 &= 643,5 \times 2592,7 \\
 &= 0,248 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Vol. abu tempurung kelapa} = \text{V. pasir} \times 2\%$$

$$= 0,248 \text{ m}^3 \times 2\%$$

$$= 0.0050 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat pasir kuarsa} = V. \text{ abu temp. kelapa} \times BV. \text{ abu temp. kelapa}$$

$$= 0.0050 \times 2419,35$$

$$= 12,01 \text{ kg}$$

$$\text{Vol. pasir sungai 98 \%} = V. \text{ pasir} \times 98\%$$

$$= 0.248 \times 98\%$$

$$= 0.243 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat pasir sungai 98\%} = V. \text{ pasir sungai} \times BV. \text{ pasir sungai}$$

$$= 0.243 \times 2592,7$$

$$= 630,548 \text{ kg}$$

2) Variasi *silica fume* 2%

$$\text{Vol. semen} = B. \text{ semen} / BV. \text{ semen}$$

$$= 643,5 \times 3150$$

$$= 0,127 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. } \textit{silica fume} = V. \text{ semen} \times 2\%$$

$$= 0,127 \text{ m}^3 \times 2\%$$

$$= 0.0025 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat } \textit{silica fume} = V. \textit{silica fume} \times BV. \text{ abu temp. kelapa}$$

$$= 0.0025 \times 2259,67$$

$$= 5,760 \text{ kg}$$

$$\text{Vol. semen 98 \%} = V. \text{ semen} \times 98\%$$

$$= 0.127 \times 98\%$$

$$= 0.125 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat semen 98\%} = V. \text{ semen} \times BV. \text{ semen}$$

$$= 0.125 \times 3150$$

$$= 393,47 \text{ kg}$$

Tabel 4. 6 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk variasi ATK 2% + SF 2%
(Sumber : Hasil olah data, 2024)

	Kebutuhan Persatu Kubik Beton	Kebutuhan Persatu Selinder Beton	Kebutuhan 3 Silinder
W semen	393,47 kg	2,40 kg	7,20 kg
W pasir	630,58 kg	3,84 kg	11,53 kg
W kerikil	1151,97 kg	7,02 kg	21,07 kg
W abu tem. kelapa 2%	12,01 kg	0,07 kg	0,22 kg
W Silika fume 2%	5,76 kg	0,04 kg	0,11 kg
W air	204,08 kg	1,24 kg	3,73 kg

c. Untuk variasi abu tempurung kelapa 6 % + Silika fume 2%

1) Variasi abu tempurung 6%

$$\text{Vol. pasir} = B. \text{ pasir} / BV. \text{ Pasir}$$

$$= 630,58 \times 2592,7$$

$$= 0,243 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abu tempurung kelapa} = V. \text{ pasir} \times 6\%$$

$$= 0,243 \text{ m}^3 \times 6\%$$

$$= 0.0146 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Berat pasir kuarsa} &= V. \text{ abu temp. kelapa} \times BV. \text{ abu temp. kelapa} \\ &= 0.0146 \times 2419,35 \\ &= 35,305 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol. pasir sungai 94 \%} &= V. \text{ pasir} \times 94\% \\ &= 0.23 \times 94\% \\ &= 0.229 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat pasir sungai 94\%} &= V. \text{ pasir sungai} \times BV. \text{ pasir sungai} \\ &= 0.229 \times 2592,7 \\ &= 592,749 \text{ kg}\end{aligned}$$

2) Variasi *silica fume* 2%

$$\begin{aligned}\text{Vol. semen} &= B. \text{ semen} / BV. \text{ semen} \\ &= 393,47 \times 3150 \\ &= 0,125 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol. } \textit{silica fume} &= V. \text{ semen} \times 2\% \\ &= 0,125 \text{ m}^3 \times 2\% \\ &= 0.0025 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat } \textit{silica fume} &= V. \textit{silica fume} \times BV. \text{ abu temp. kelapa} \\ &= 0.0025 \times 2259,67 \\ &= 5,645 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol. semen 98 \%} &= V. \text{ semen} \times 98\% \\ &= 0.125 \times 98\% \\ &= 0.122 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat semen 98\%} &= V. \text{ semen} \times BV. \text{ semen} \\
 &= 0.122 \times 3150 \\
 &= 385,60 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 7 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk variasi ATK 6% + SF 2%
(Sumber : Hasil olah data, 2024)

	Kebutuhan Persatu Kubik Beton	Kebutuhan Persatu Selinder Beton	Kebutuhan 3 Silinder
W semen	385,60 kg	2,35 kg	7,05 kg
W pasir	592,75 kg	3,61 kg	10,84 kg
W kerikil	1151,97 kg	7,02 kg	21,07 kg
W abu tem. kelapa 2%	35,31 kg	0,22 kg	0,65 kg
W Silika fume 2%	5,65 kg	0,03 kg	0,10 kg
W air	204,08 kg	1,24 kg	3,73 kg

d. Untuk variasi abu tempurung kelapa 10 % + Silika fume 2%

1) Variasi abu tempurung 6%

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. pasir} &= B. \text{ pasir} / BV. \text{ Pasir} \\
 &= 630,58 \times 2592,7 \\
 &= 0,243 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. abu tempurung kelapa} &= V. \text{ pasir} \times 10\% \\
 &= 0,243 \text{ m}^3 \times 10\% \\
 &= 0.0243 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat pasir kuarsa} &= V. \text{ abu temp. kelapa} \times BV. \text{ abu temp. kelapa} \\
 &= 0.0243 \times 2419,35 \\
 &= 35,305 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. pasir sungai 90 \%} &= V. \text{ pasir} \times 90\% \\
 &= 0.243 \times 90\%
 \end{aligned}$$

$$= 0.219 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat pasir sungai } 90\% = V. \text{ pasir sungai} \times BV. \text{ pasir sungai}$$

$$= 0.219 \times 2592,7$$

$$= 567,526 \text{ kg}$$

2) Variasi *silica fume* 2%

$$\text{Vol. semen} = B. \text{ semen} / BV. \text{ semen}$$

$$= 393,47 \times 3150$$

$$= 0,125 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. silica fume} = V. \text{ semen} \times 2\%$$

$$= 0,125 \text{ m}^3 \times 2\%$$

$$= 0.0025 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat silica fume} = V. \text{ silica fume} \times BV. \text{ abu temp. kelapa}$$

$$= 0.0025 \times 2259,67$$

$$= 5,645 \text{ kg}$$

$$\text{Vol. semen } 98 \% = V. \text{ semen} \times 98\%$$

$$= 0.125 \times 98\%$$

$$= 0.122 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat semen } 98\% = V. \text{ semen} \times BV. \text{ semen}$$

$$= 0.122 \times 3150$$

$$= 385,60 \text{ kg}$$

Tabel 4. 8 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk variasi ATK 10% + SF 2% (*Sumber : Hasil olah data, 2024*)

	Kebutuhan Persatu Kubik Beton	Kebutuhan Persatu	Kebutuhan 3 Silinder
--	-------------------------------------	----------------------	-------------------------

		Selinder Beton	
W semen	385,60 kg	2,35 kg	7,05 kg
W pasir	567,53 kg	3,46 kg	10,38 kg
W kerikil	1151,97 kg	7,02 kg	21,07 kg
W abu tem. kelapa 2%	58,84 kg	0,36 kg	1,08 kg
W Silika fume 2%	5,65 kg	0,03 kg	0,10 kg
W air	204,08 kg	1,24 kg	3,73 kg

C. Nilai *Slump*

Berbeda dengan nilai slump yang digunakan untuk menilai konsistensi beton dan *workability* pada kondisi tertentu, hasil pemeriksaan *slump test* digunakan untuk melihat perubahan kadar air campuran beton. Semakin rendah nilai slump, semakin kental beton tersebut, dan proses pemadatan atau pekerjaan beton akan semakin sulit dan memakan waktu. Lebih mudah untuk diterapkan dan tidak memakan banyak waktu selama proses pemadatan saat bekerja atau bekerja saat memadatkan.

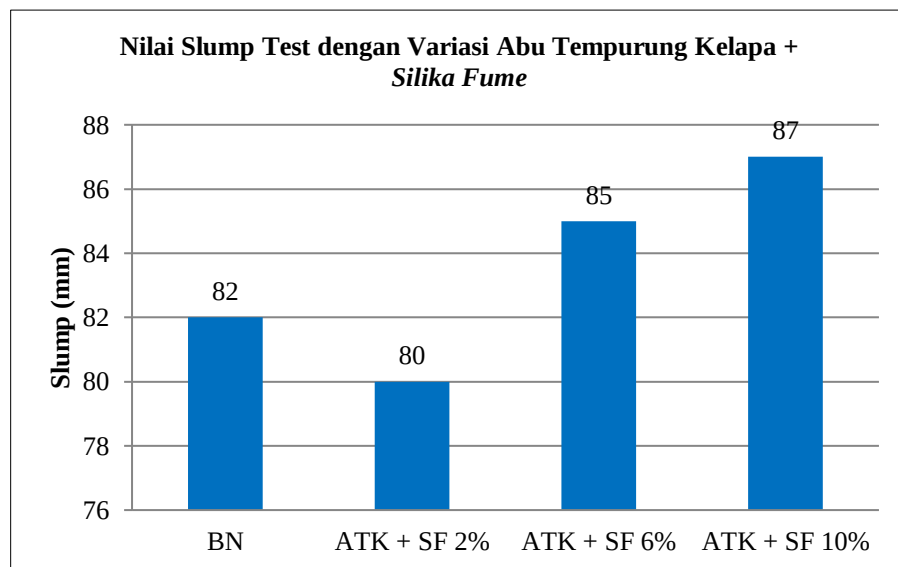
Kerucut Abrams digunakan untuk menilai validitas *Slump tes*. Kerucut Abrams pertama kali dibasahi sebelum diletakkan di permukaan yang rata. Kerucut kemudian diisi dengan tiga lapis beton baru, yang bagian atasnya diratakan setelah tiap lapis diisi dengan 1/3 volume kerucut abrams dan ditusuk 25 kali, dengan tusukan berlanjut hingga dasar tiap lapis. Kerucut dinaikkan perlahan secara vertikal selama sekitar 30 detik, setelah itu nilai slump dihitung dengan mengukur tinggi campuran dan membandingkannya dengan tinggi kerucut.

Tabel 4. 9 Hasil pengujian nilai slump test (*Sumber : Hasil olah data, 2024*)

Variasi	Waktu Campur (menit)	<i>Slump</i> Rencana (mm)	Hasil <i>Slump</i> (mm)
---------	----------------------------	---------------------------------	----------------------------

BN	10 ±	60 - 180	82
ATK + SF 2%			80
ATK + SF 6%			85
ATK + SF 10%			87

Berdasarkan tabel 4.13 diatas memberikan penjelasan tentang perbandingan nilai *Slump test* antara masing-masing variasi. Dimana pada keempat variasi beton yang didapatkan nilai *Slump test* yang memenuhi *slump* rencana berdasarkan SNI 1972:2008 dengan grafik sebagai berikut :



Gambar 4. 1 Hubungan antara variasi campuran dengan nilai *slump*
(Sumber : Hasil olah data, 2024)

Berdasarkan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa nilai *slump* beton normal yang didapatkan 8,2 cm, abu tempurung kelapa 2% + *Silica Fume* 2% nilai slump test 8,0 cm, abu tempurung kelapa 6% + *Silica Fume* 2% nilai slump test 8,5 cm dan abu tempurung kelapa 10% + *Silica Fume* 2% nilai slump test 8,7 cm. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *slump test* meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah abu tempurung kelapa dalam campuran.

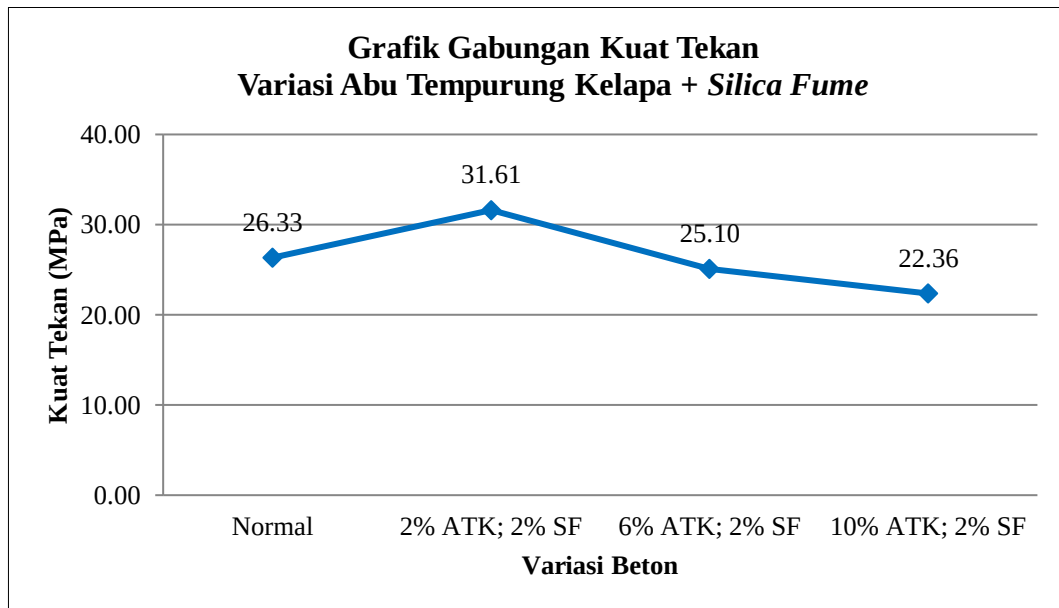
D. Kuat Tekan

Setelah melakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan uji kuat tekan terhadap benda uji. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan sebanyak 3 sampel silinder ukuran 150 x 300 mm yang terdiri dari 4 variasi campuran yaitu beton normal, abu tempurung kelapa 2% + *silica fume* 2%, abu tempurung kelapa 6% + *silica fume* 2%, abu tempurung kelapa 10% + *silica fume* 2%.

Adapun hasil dari pengujian kuat tekan yang diperoleh sebagai berikut :

Tabel 4. 10 Rekap hasil kuat tekan beton normal (*Sumber : Hasil olah data, 2024*)

No.	Umur	Variasi Beton	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	28 Hari	Normal	12,31	475	26,89
			12,00	455	25,76
			12,30	465	26,33
Rata – rata			12,20	465	26,33
2	28 Hari	ATK 2%; SF 2%	12,05	570	32,27
			12,01	545	30,86
			12,01	560	31,71
Rata – rata			12,02	558	31,61
3	28 Hari	ATK 6%; SF 2%	12,00	450	25,48
			11,81	435	24,63
			11,80	445	25,19
Rata – rata			11,87	443	25,10
4	28 Hari	ATK 10%; SF 2%	12,03	405	22,93
			12,20	385	21,80
			11,76	395	22,36
Rata – rata			12,00	395	22,36



Gambar 4. 2 Grafik pengujian kuat tekan beton variasi abu tempurung kelapa + *silica fume*
(Sumber : Hasil olah data, 2024)

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton umur 28 hari mengalami peningkatan dan penurunan kuat tekan dari beton normal ke beton variasi abu tempurung kelapa dan *silica fume*. Kuat tekan beton normal ke abu tempurung kelapa 2% dan *silica fume* 2% mengalami peningkatan sebesar 5,28 MPa, sedangkan dari abu tempurung kelapa 2% dan *silica fume* 2% ke abu tempurung kelapa 6% dan *silica fume* 2% mengalami penurunan sebesar 6,51 MPa dan dari variasi abu tempurung kelapa 6% dan *silica fume* 2% ke abu tempurung kelapa 2% dan *silica fume* 2% mengalami penurunan sebesar 2,74 MPa.

Dari grafik diatas, hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari menunjukkan peningkatan dan penurunan nilai seiring bertambahnya jumlah abu tempurung kelapa. Beton normal dengan kuat tekan 26,33 MPa, abu tempurung kelapa 2% + *silica fume* 2% dengan kuat tekan 31,61 MPa, abu tempurung kelapa

6% + *silika fume* 2% dengan kuat tekan 25,10 MPa, penurunan lebih besar terjadi pada campuran abu tempurung kelapa 10% + *silika fume* 2%, dengan kuat tekan 22,36 MPa.

Dalam penelitian Beni Anggi Saputro, (2020) dengan judul Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. Hasil uji kuat tekan didapat nilai tertinggi yaitu pada variasi substitusi 0% mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 26,37 Mpa. Sedangkan beton dengan substitusi 5% 25,41 MPa, 10% 18,09 MPa, 15% 14,44 MPa, dan 50% 3,46 MPa.

Perbedaan penelitian penulis dengan penelitian Beni Anggi Saputro, yaitu:

1. Jenis campuran

Penelitian penulis menggunakan kombinasi abu tempurung kelapa dengan *silika fume*, sementara penelitian Beni Anggi Saputro hanya menggunakan abu tempurung kelapa.

2. Respons terhadap penambahan

Pada penelitian penulis, proporsi rendah (2%) meningkatkan kuat tekan, sedangkan pada penelitian Beni, semua variasi proporsi abu tempurung kelapa menyebabkan penurunan.

3. Penurunan kuat tekan

Penelitian penulis menunjukkan penurunan terjadi pada proporsi lebih tinggi (6% dan 10%), sedangkan penelitian Beni menunjukkan penurunan terjadi sejak substitusi mulai 5%.

4. Kuat tekan minimum

- a. Penelitian penulis: 22,36 MPa pada 10% abu tempurung kelapa.

b. Penelitian Beni: 3,46 MPa pada 50% abu tempurung kelapa.

5. Kesimpulan

Penggunaan *silika fume* dalam penelitian penulis menunjukkan efek memperbaiki kuat tekan pada proporsi rendah, berbeda dengan penelitian Beni yang hanya menggunakan abu tempurung kelapa dan mengalami penurunan kuat tekan pada semua variasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian penggunaan abu tempurung kelapa dan *silika fume*, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perbandingan, kuat tekan beton mengalami peningkatan dan penurunan nilai seiring bertambahnya jumlah abu tempurung kelapa dan *silika fume*. Beton normal memiliki kuat tekan 26,33 MPa, abu tempurung kelapa 2% dan *silika fume* 2% dengan kuat tekan 31,61 MPa, abu tempurung kelapa 6% dan *silika fume* 2% hasil kuat tekan turun menjadi 25,10 MPa, penurunan lebih besar terjadi pada campuran abu tempurung kelapa 10% dan *silika fume* 2%, dengan kuat tekan hanya 22,36 MPa.
2. Presentase maksimum kuat tekan campuran pada campuran abu tempurung kelapa 10% dan *silika fume* 2%, dengan kuat tekan terendah 22,36 MPa sedangkan hasil optimal pada campuran abu tempurung kelapa 2% dan *silika fume* 2% dengan nilai kuat tekan tertinggi 31,61 MPa. Perbandingan abu tempurung kelapa 2% dan *silika fume* 2% dengan abu tempurung kelapa 10% dan *silika fume* 2% menunjukkan penurunan kuat tekan sebesar 9,25 MPa.

B. Saran

1. Penelitian terkait dapat mengeksplorasi variasi proporsi abu tempurung kelapa dan *silica fume* yang lebih kecil (misalnya, 1%, 1,5%, dan 2,5%) untuk menemukan kombinasi optimal yang lebih tepat.
2. Penelitian terkait dapat melibatkan uji coba pada skala lapangan untuk mengevaluasi kinerja beton dengan bahan campuran tersebut dalam kondisi nyata, termasuk aspek pengerjaan dan biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ataya Nabila Panjaitan, Ramadhani, R. S., & Ernie Shinta Y Sitanggang. (2021). Pengaruh Abu Ampas Kopi Terhadap Kuat Tekan, Porositas Sebagai Pengganti Semen Pada Pembuatan Beton. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Agregat*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.51510/agregat.v1i1.84>
- Beni Anggi Saputro. (2020). *Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton*. Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Bintoro, A. Y., Limantara, A. D., & Winarto, S. (2018). Evaluasi Kekuatan ConcBlock Dengan Agregat Halus dan Agregat Kasar dari Tempurung Kelapa. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 1(1), 160–171. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v1i1.162>
- Cahya, M. A. D., Destania, H. R., & Fauzi, M. (2022). Pengaruh Penambahan Limbah Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Pada Kuat Tekan Batako. *Jurnal Tekno Global*, 11(2), 62–66. <https://doi.org/10.36982/jtg.v11i2.3050>
- Hardini, B., Abdi, F. N., Haryanto, B., Jamal, M., & Arifin, T. S. P. (2022). Penambahan Abu Tempurung Kelapa sebagai Bahan Tambah dalam Pembuatan Paving Block. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Sipil*, 5(2), 1–5.
- Kandiyufiter, S., & Ruslan Ramang, dan R. C. (2012). Substitusi Agregat Halus Beton Menggunakan Kapur Alam Dan Menggunakan Pasir Laut Pada Campuran Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(4), 74–86.
- Langitan, G. M., Sumajow, M. D. J., & Dapas, S. O. (2022). Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Agregat Lokal dan Abu Arang Tempurung Kelapa Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik*, 10(2), 135–141.
- Mahendra, Y. I, Gardjito. E, Ridwan. A, W. H. (2021). Meningkatkan Kuat Tekan Beton f_c' 16,60 Mpa Menggunakan Fly Ash Dan Arang Batok Kelapa. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 4, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121>
- Mahindra, A. H. (2021). *Pengaruh Abu Tempurung Kelapa Sebagai Variasi Komposisi Terhadap Kuat Tekan Beton K250*. Universitas Islam Lamongan.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Andi.
- Prasetyadi, W. P. (2013). Pengaruh Penambahan Pozzolan Pada Ordinary Portland Cement Terhadap Kualitas Pozzolan Portland Cement. *Repository Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 5–19.
- Saputra, M. A. A., Mustakim, M., & Misbahuddin, M. (2022). Pemanfaatan Limbah Popok Bayi Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Bata Ringan. *Jurnal Karajata Engineering*, 1(1), 1–6.

- SK SNI M-09-1989-F. (1989). *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 03-2847-2019. (2019). *Persyaratan Beton Struktural Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1974-2011. (2011). *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standardisasi Nasional.
- Sulfanita, A., Dirawan, G. D., & Ali, M. I. (2021). Investigation of the Effect of using Salak Seeds as Coarse Aggregate in Concrete. *Asian Journal of Applied Sciences*, 9(3), 172–178. <https://doi.org/10.24203/ajas.v9i3.6669>
- Tjokrodimuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Universitas Gadjah Mada.
- Wimaya, S., Ridwan, A., & Winarto, S. (2020). Modifikasi Beton Fc 9,8 Mpa Menggunakan Abu Ampas Kopi. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 3(2), 234. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v3i2.1096>