

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beton adalah material konstruksi yang paling banyak digunakan di dunia karena kekuatan, daya tahan dan keberlanjutannya. Namun, terdapat peningkatan permintaan akan beton yang lebih ramah lingkungan dan memiliki kinerja mekanis yang lebih baik. Dalam konteks ini, penelitian terus dilakukan untuk mengeksplorasi material tambahan dan aditif yang dapat meningkatkan sifat-sifat beton. “Beton merupakan hasil dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah atau bahan semacamnya lainnya” (Saharuddin. S, Nadia N. 2016)

Dalam ilmu teknik khususnya bidang teknik sipil, adanya inovasi sangat diperlukan untuk mengatasi permasalahan yang terus bermunculan. Seperti halnya permasalahan mengenai dampak lingkungan yang diakibatkan eksploitasi material alam secara besar-besaran. Penggunaan bahan alam secara terus menerus akan menyebabkan sumber daya alam menurun dan habis. Persoalan tersebut memicu dilakukannya pembaharuan dalam pembuatan atau pencampuran beton. Hal tersebut juga bertujuan untuk meningkatkan kualitas beton (Siswanto, E, Gunarto. A. 2019).

Serabut kelapa merupakan bagian *mesokarp* yang berupa serat-serat kasar kelapa. Sabut biasanya disebut sebagai limbah yang hanya ditumpuk di bawah tegakan tanaman kelapa lalu dibiarkan membusuk atau kering. Namun dibalik itu

semua serabut kelapa terdapat serat yang sangat baik. Untuk memanfaatkannya dalam dunia konstruksi dapat dimanfaatkan untuk penambahan campuran di dalam pembuatan beton terhadap kuat tekan beton tersebut (Nurfais. N, Heru. I. 2021). Sifat dan keunggulan dari serat sabut kelapa yaitu tahan terhadap air, mikroorganisme, pelapukan dan juga terhadap pengerjaan mekanis yaitu gesekan dan pukulan (Patandung. P 2017).

Untuk lebih mengifisienkan bahan yang tidak terpakai atau limbah sebagai penyediaan bahan bangunan maka digunakan limbah sabut kelapa sebagai bahan tambah dari bahan bangunan yang sudah ada sebelumnya dan bisa dipakai. Pemilihan sabut kelapa sebagai serat dikarenakan bahan ini mudah didapat dan mempunyai nilai ekonomis. Selain itu, penelitian ini akan menggunakan bahan tambah kimia *modacon aditif beton*.

Bahan kimia *modacon aditif beton* adalah aditif yang ditambahkan pada adukan beton untuk mencegah retak pada beton dengan meningkatkan homogenitas pada beton sehingga beton akan lebih keras, tidak bocor dan cepat kering. *modacon aditif beton* juga dapat mencegah terjadinya korosi pada baja beton dan mempermudah dalam proses pengerjaan beton.

Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton untuk menerima tekanan yang berupa gaya tekan per satuan luasnya. Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (Samsul, Mustakim, Kasmaida 2023)

Berdasarkan dari latar belakang di atas penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa dan Modacon Aditif Beton Terhadap Kuat Tekan Beton”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perumusan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut yaitu:

1. Bagaimana pengaruh penambahan serat sabut kelapa 0,5% , 1,5% dan 2,5% dari volume beton serta penambahan modacon aditif beton sebanyak 2% dari berat semen pada umur 28 hari terhadap kuat tekan beton?
2. Bagaimana perbandingan berat beton normal dengan beton yang menggunakan bahan tambah serat sabut kelapa 0,5% , 1,5% dan 2,5% dari volume beton serta penambahan modacon aditif beton sebanyak 2% dari berat semen pada umur 28 hari?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat sabut kelapa 0,5%, 1,5% dan 2,5% dari volume beton serta penambahan modacon aditif beton sebanyak 2% dari berat semen pada umur 28 hari terhadap kuat tekan beton.
2. Untuk mengetahui perbandingan berat beton normal dengan beton yang menggunakan bahan tambah serat sabut kelapa 0,5%, 1,5% dan 2,5% dari volume beton serta penambahan modacon aditif beton sebanyak 2% dari berat semen pada umur 28 hari.

D. Batasan Masalah

Agar penulisan ini dapat terarah dan sesuai dengan tujuan, maka diperlukan pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut :

1. Mutu beton yang direncanakan adalah $f_c' 25 \text{ Mpa}$
2. Semen yang digunakan adalah *Portland Composite Cement (PCC)*
3. Agregat kasar yang digunakan adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm.
4. Agregat halus yang digunakan adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm.
5. Penambahan material yang digunakan adalah serat sabut kelapa dan *modacon aditif beton*.
6. Panjang sabut kelapa yang digunakan sebagai serat yaitu 5 cm.
7. Menggunakan metode SNI 03-2834-2000 perencanaan campuran (*Mix Design*).
8. Penambahan 2% modacon aditif beton
9. Campuran beton dicetak berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 12 silinder.
10. Variasi penambahan sabut kelapa yang digunakan sebesar 0,5%, 1,5% dan 2,5%.
11. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dilakukan penulis yaitu :

1. Memanfaatkan serat sabut kelapa sebagai material tambahan untuk campuran beton.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru dalam pengembangan material konstruksi yang ramah lingkungan dan berkinerja tinggi.
3. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan inovatif dalam industri konstruksi, dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia secara berkelanjutan.

F. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan diatur dalam pedoman penulisan skripsi fakultas teknik universitas muhammadiyah parepare sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN.

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

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Dalam bab ini membahas tentang dasar teori mengenai rumus-rumus pada penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini terdapat gambaran umum alur penelitian, mulai waktu dan lokasi penelitian, serta diagram alir penelitian tersebut.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas secara keseluruhan tentang hasil penelitian yang dilakukan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran keseluruhan penulis berdasarkan dari hasil analisa

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-1993:1), beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan komposisi tertentu menghasilkan suatu campuran yang homogen sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai keinginan. Campuran tersebut bila dibiarkan akan mengalami pengerasan sebagai akibat reaksi kimia antara semen dan air yang berlangsung selama jangka waktu Panjang atau dengan kata lain campuran beton akan bertambah keras sejalan dengan umurnya. Beton normal adalah beton yang mempunyai berat satuan 2200 kg/m^3 sampai 2500 kg/m^3 dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah maupun tidak dipecah (SNI 03-2834-1993:1).

Bagian penyusun beton, atau bahan dasar, bahan tambahan, teknik pembuatan, dan alat semuanya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitasnya. Beton akan memiliki kualitas yang lebih tinggi jika bahan yang digunakan, campuran, proses pembuatan, dan alat yang digunakan semuanya baik dan berkualitas tinggi. Semen, agregat halus dan agregat kasar, air, dan bahan lain yang digunakan untuk tujuan tertentu merupakan komponen utama beton.

Menurut Mulyono ada beberapa keuntungan dan kerugian pemakaian beton dalam suatu konstruksi dibandingkan dengan bahan konstruksi lainnya (Lastri Nola Br Berutu, 2020: 6).

a) Keuntungan pemakain beton adalah sebagai berikut:

- 1) Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- 2) Mampu menerima kuat tekan.
- 3) Tahan terhadap temperature yang tinggi.
- 4) Biaya pemeliharaan yang kecil.

b) Kerugianan pemakain beton adalah sebagai berikut:

- 1) Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah.
- 2) Beton menyusut bila mengalami kekeringan.
- 3) Konstruksi yang menggunakan beton memiliki daya pantul suara yang besar.

1. Riwayat perkembangan beton

Penggunaan beton dan bahan-bahan vulkanik seperti abu *pozzolan* sebagai pembentukannya telah dimulai sejak zaman Yunani dan Romawi, bahkan mungkin sebelum itu (Nawy, 1985:2-3). Penggunaan bahan beton bertulang secara intensif diawali pada awal abad ke sembilan belas. Pada tahun 1801, F.Coignet menerbitkan tulisannya mengenai prinsip-prinsip kontruksi dengan meninjau kelembapan bahan beton terhadap taruknya. Pada tahun 1850, J.L.Lambot untuk pertama kalinya membuat kapal kecil dari bahan semen untuk dipamerkan untuk pameran dunia tahun 1855 di Paris. J.Monier seorang ahli ditaman dari Paris, mematenkan rangka metal sebagai tulangan beton untuk

mengatasi taruknya yang digunakan untuk tempat tanamannya. Pada tahun 1886, Koenen menerbitkan tulisan mengenai teori dan perancangan struktur beton. C.A.P. Turner mengembangkan plat slab tanpa balok pada tahun 1906.

Seiring dengan kemajuan besar yang terjadi dalam bidang ini, terbentuklah *German Committee Reinforce Concrete*, *Australian Concrete Committee*, *American Concrete Institute*, dan *British Concrete Institute*. Di Indonesia sendiri, departemen pekerjaan umum selalu mengikuti perkembangan beton melalui Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan (LPMB). Melalui lembaga ini diterbitkan peraturan-peraturan standar beton yang biasanya mengadopsi peraturan internasional (*code standard international*) yang disesuaikan dengan kondisi bahan dan jenis bangunan di Indonesia.

Perkembangan yang cepat dalam bidang seni serta analisis perancangan dan konstruksi beton telah menyebabkan dibangunnya struktur-struktur beton yang sangat khas (Nawy, 1985) seperti auditorium Kresge Dibosom, Marina Tower, Lake Point Tower di Chicago, dan Keong Mas di Taman Mini Indonesia.

2. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi bermacam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir dilakukan dengan cara khusus, umpamanya diekspose agregatnya

(agregat yang mempunyai bentuk yang bertekstur seni tinggi diletakkan dibagian luar, sehingga nampak jelas pada permukaan betonnya). Selain tahan terhadap serangan korosi, secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah:

a) Kelebihan Beton

- 1) Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- 2) Mampu memikul beban yang berat.
- 3) Tahan temperature yang tinggi.
- 4) Biaya pemeliharaan yang kecil.

b) Kekurangan Beton

- 1) Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah
- 2) Pelaksanaan pekerjaan memiliki ketelitian yang tinggi
- 3) Berat
- 4) Daya pantul suara yang besar

Sebagian besar bahan pembuat beton adalah bahan lokal (kecuali semen *Portland* atau bahan tambah kimia), sehingga sangat menguntungkan secara ekonomi. Namun, pembuatan beton akan menjadi mahal jika perencanaan tidak memahami karakteristik bahan-bahan penyusun beton yang harus disesuaikan dengan perilaku struktur yang akan dibuat.

Nilai kuat tekan beton dan kuat tariknya tidak berbanding lurus. Setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yang kecil dari kuat tariknya. Menurut perkiraan kasar, nilai kuat tarik berkisar antara 9%-15% kuat tekannya. Nilai pastinya sulit diukur. Pendekatan hitungan biasanya dilakukan dengan menggunakan *modulus of rupture*, yaitu tegangan tarik beton

yang muncul pada saat pengujian tekan beton normal (normal concrete). Kecilnya kuat tarik beton ini merupakan salah satu dari beton biasa. Untuk mengatasinya beton dikombinasikan dengan tulangan beton dimana baja biasa digunakan sebagai tulangnya. Alasan penggunaan baja sebagai tulangan adalah koefisien baja hampir sama dengan koefisien beton. Beton tersebut didefinisikan sebagai beton yang ditulangi luas dan jumlah yang tidak kurang dari jumlah minimum yang diisyaratkan dalam pedoman perencanaan, dengan atau tanpa pratekan; dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja sama dalam menahan gaya yang bekerja (SKBI.1.4.53 1989:4).

Beton juga dapat dicampur dengan bahan lainnya seperti *composite* atau bahan lainnya sesuai dengan perilaku yang akan diberikan terhadap beton tersebut, misalnya beton pra-tekan atau beton pra-tegang (*pre-stressing*), beton pra-cetak (*pre-cast*). Beton juga dapat untuk struktur yang memerlukan bahan struktur yang ringan, misalnya beton ringan struktural (SKBI.1.4.53,1989:5) yaitu beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai massa kering udara yang sesuai dengan syarat seperti yang ditentukan oleh “ Testing Method for Unit Weight of Structural Lightweight Concrete” (ASTM C-567). Beratnya tidak lebih dari 1900 kg/m³.

3. Kinerja Beton

Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Selain karena kemudahannya dalam mendapatkan material penyusunnya, hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan kerja. Selain dua kinerja utama yang telah

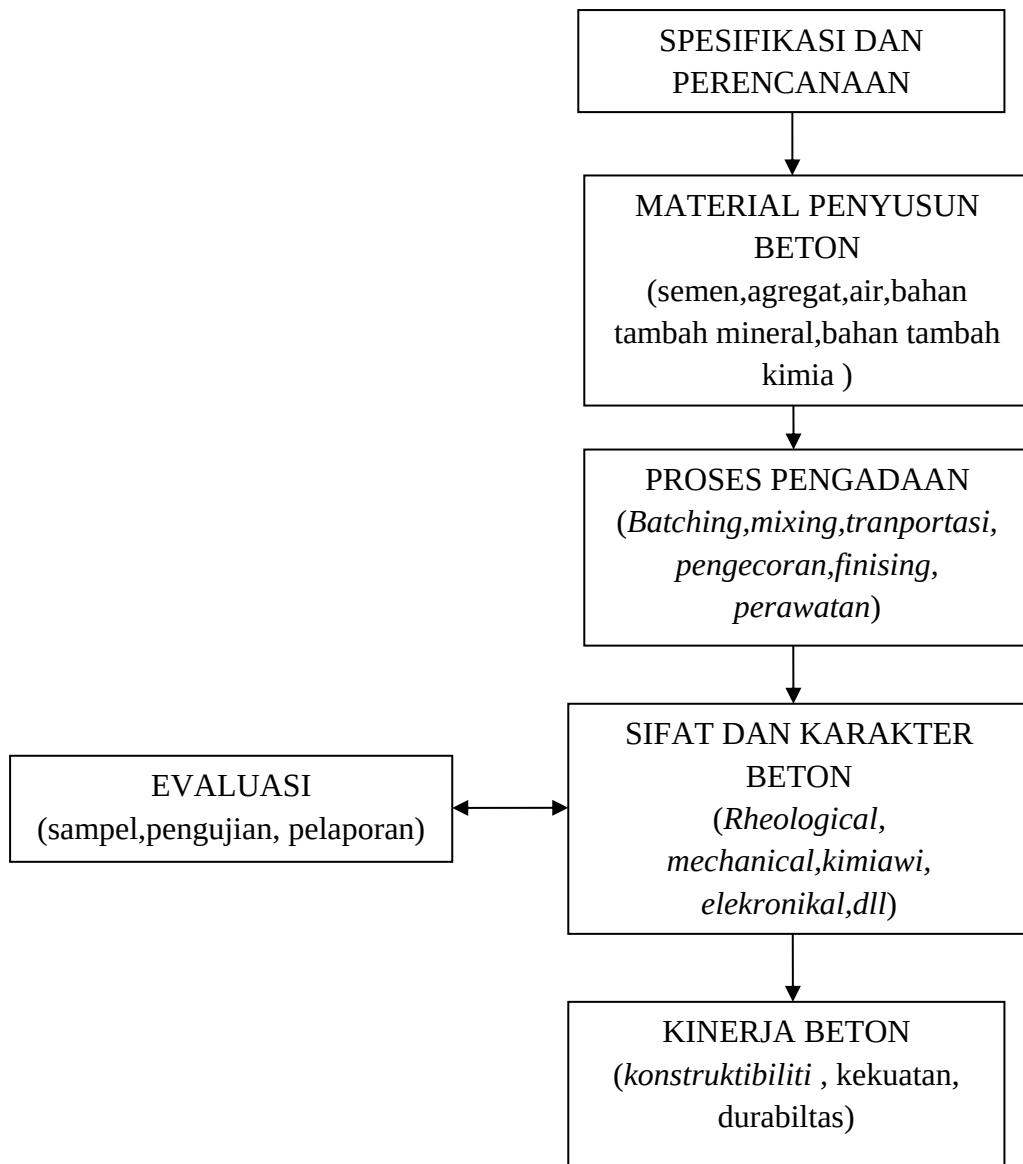
disebutkan diatas, yaitu kekuatan yang tinggi dan kemudahan pengerjaannya, kelangsungan proses pengadaan beton dalam proses produksinya juga menjadi salah satu hal yang dipertimbangkan.

Sifat-sifat dan kareteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kategori bangunan yang dibuat. ASTM (*American Standard Testing and Material*) membagi bangunan menjadi tiga kategori yaitu: rumah tinggal, perumahan, dan struktur yang menggunakan beton mutu tinggi.

Menurut SNI T.15-1990-03 beton yang digunakan pada rumah tinggal atau untuk penggunaan beton dengan kekuatan tekan tidak melebihi 10 MPa boleh menggunakan campuran 1 semen: 2 pasir: 3 batu pecah dengan *slump* untuk mengukur kemudahan pengerjaannya tidak lebih dari 100 mm. Pengerjaan beton dengan kekuatan tekan hingga 20 MPa boleh menggunakan penakaran volume, tetapi pengerjaan beton dengan kekuatan lebih besar dari 20 MPa harus menggunakan campuran berat.

Tiga kinerja yang dibutuhkan dalam pembuatan beton adalah (STP 169C, *Concrete and concerete-making materials*):

- a) Memenuhi kriteria kontruksi yaitu dapat dengan mudah dikerjakan dan dibentuk serta mempunyai nilai ekonomis.
- b) Kekuatan tekan
- c) Durabilitas atau keawetan.



Gambar 2.1 Proses Keseragaman Pembuatan Beton (*sumber: STP 169C, Concrete, and Concrete-Making Materials*)

Kinerja yang dihasilkan pada proses pengadaan beton haruslah seragam. Secara umum, prosedur untuk mendapatkan kinerja yang seragam dalam pengerjaan beton dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 1.1 (Fioroto., Anthony E, 1994: 32). Survei yang dilakukan ASTM mengenai pengaruh bahan-bahan yang digunakan terhadap kinerja beton dilakukan pada 27 responden. Kriteria penilaian variable menggunakan skala 1-10, dimana 10 merupakan

pengaruh tertinggi terhadap kinerja yang dihasilkan. Penilaian ini didasarkan pada pentingnya penggunaan bahan tersebut untuk menghasilkan kinerja tertentu dalam beton yang dibuat.

Secara praktis, penilaian mengenai penggunaan bahan untuk menghasilkan kinerja tertentu akan bergantung pada tujuan beton tersebut dibuat. Penggunaan semen untuk rumah tinggal akan lebih banyak jika dibandingkan untuk penggunaan perumahan komersil atau beton mutu tinggi. Jadi, komposisi bahan penyusun juga harus dilihat berdasarkan tujuan pembuatan beton tersebut. Berdasarkan kategori rumah tinggal, perumahan dan beton mutu tinggi. (Fioroto., Anthony E, 1994: 32).

4. Material pembentuk beton

Beton dihasilkan dari kumpulan beberapa material. Material-material ini saling mengikat untuk membentuk unsur padat yang kokoh. Material pembentuk beton yaitu :

a. Semen *portland*

SNI 15-2049-2004 mendefinisikan semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silika hidrolis. Semen hidrolis adalah semen yang mengeras bila bereaksi dengan air dan membentuk produk yang kedap air sedangkan klinker merupakan butiran berdiameter 5-25 mm yang dihasilkan saat campuran bahan mentah dari komposisi awal dipanaskan dengan suhu tinggi. Semen berfungsi sebagai pengikat antara butiran-butiran agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butiran-butiran agregat.

Semen Portland tersusun atas 4 senyawa utama yaitu Trikalsium Silikat (C_3S), Dikalsium Silikat (C_2S), Trikalsium Aluminat (C_3A), Tetrakalsium Aluminoferrite (C_4AF). Sifat-sifat senyawa dalam semen sangat penting untuk dikaji. Senyawa C_2S dan C_3S biasanya menempati 70-80% dari proporsi semen sehingga mendominasi sifat dan kinerja semen. Bila semen tercampur dengan air dan menghasilkan panas, maka C_3S akan segera berhidrasi dan menyumbangkan kontribusi besar dalam pengerasan semen sebelum umur 14 hari.

Dalam proses hidrasi, senyawa C_2S lebih lambat bereaksi dengan air sehingga hanya berpengaruh terhadap perkerasan semen setelah berumur 7 hari. Senyawa C_2S membuat semen lebih tahan terhadap serangan kimia dan dapat mengurangi susut akibat pengeringan.

Untuk senyawa C_3A , hidrasi secara isothermis dan bereaksi sangat cepat, memberikan kekuatan setelah 1 hari setelah bereaksi dengan air sebanyak kurang lebih 40% dari beratnya. Jumlah unsur ini relatif sedikit sehingga sedikit pula berpengaruh pada jumlah air. Semen yang mengandung senyawa C_3A lebih dari 10% akan rentan terhadap serangan sulfat dan akan menyebabkan retak-retak pada beton maupun mortar. Senyawa yang paling kurang berpengaruh terhadap proses pengerasan semen adalah C_4AF .

Selain 4 senyawa pokok yang terdapat dalam semen, terdapat beberapa senyawa lain dalam semen yang memberikan pengaruh terhadap kinerja hidrasi maupun pengerasan semen, yaitu MgO , SO_3 , NaO dan K_2O sehingga dilakukan beberapa pembatasan. Selain dari sifat kimia yang telah dijelaskan diatas, semen

juga memiliki sifat fisik semen yaitu ditinjau dari kehalusan butiran semen dan pengikatan dan pengerasan semen.

Kehalusan butiran semen memberikan pengaruh pada proses hidrasi semen. Reaksi antara semen dan air dimulai dari permukaan butir-butir semen, sehingga makin luas permukaan butir-butir semen (dari berat semen yang sama) makin cepat hidrasinya. Hal ini berarti bahwa, butir-butir semen yang halus akan menjadi kuat dan menghasilkan panas hidrasi yang lebih cepat daripada semen dengan butir-butir yang lebih kasar sedangkan pengikatan dan pengerasan semen (*Setting* dan *Hardening*) adalah saat tercampurnya air dan semen sehingga terjadi proses hidrasi yang secara fisik akan nampak terjadi pasta yang plastis dan dapat dibentuk, sampai beberapa waktu, lalu terjadi pengerasan. Pengikatan semen dapat dibagi atas dua bagian, yaitu :

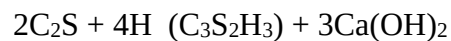
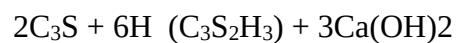
- 1) Pengikatan awal (*Initial Time*), adalah waktu dari pencampuran semen dan air sampai kehilangan sifat keplastisannya
- 2) Pengikatan akhir adalah waktu dari pencampuran semen dan air sampai mencapai pastanya menjadi massa yang keras.

Berikut beberapa jenis semen dan penggunaannya berdasarkan SNI 15-2049-2004 seperti diuraikan dibawah ini:

- 1) Jenis I, yaitu semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus
- 2) Jenis II, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang

- 3) Jenis III, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi
- 4) Jenis IV, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya menuntut panas hidrasi yang rendah
- 5) Jenis V, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat yang sangat baik

Proses hidrasi pada semen terjadi apabila semen dicampur dengan air, dimana hidrasi berlangsung dalam 2 arah, ke luar dan ke dalam, hasil hidrasi akan mengendap secara bertahap dibagian luar dan inti semen yang belum terhidrasi dibagian dalam. Proses hidrasi sangat rumit, sehingga tidak semua reaksi dapat diketahui secara detail dan mendalam. Reaksi kimia dari proses hidrasi dari senyawa C_2S dan C_3S dapat dinyatakan sebagai berikut :



Kinerja semen dalam hal kemudahan pengerjaan (*Workability*), pengerasan, dan kekuatan tergantung pada beberapa parameter kontrol kualitas yang meliputi kehalusan semen, kehilangan pengapian, alkalis dari klinker dan SO_3 , klinker bebas kapur, komposisi senyawa klinker, SO_3 dari semen dan bentuk SO_3 .

b. Agregat

Menurut PBI agregat adalah butiran-butiran mineral yang dicampurkan dengan semen Portland dan air menghasilkan beton (Lastri Nola Br Berutu, 2020:

10). Agregat merupakan material pembentuk beton yang memiliki jumlah yang paling banyak dibanding dengan material lainnya.

Menurut Lubis didalam beton agregat halus dan kasar mengisi sebagian besar volume beton, sehingga sifat-sifat dan mutu agregat sangat mempengaruhi sifat dan mutu beton. Menurut Lubis dalam Lastri Nola Br Berutu (2020: 11) penggunaan Agregat dalam beton adalah:

- a) Untuk menghemat penggunaan semen portland,
- b) Untuk menghasilkan kekuatan yang besar pada beton,
- c) Untuk mengurangi susut pengerasan beton,
- d) Untuk mencapai susunan padat pada beton,dengan gradasi agregat yang baik akan didapat beton yang padat pula,
- e) Mengontrol sifat dapat dikerjakan (*workability*) adukan beton.

Secara umum agregat terbagi atas dua yaitu : agregat kasar (kerikil dan batu pecah) dan agregat halus (pasir alami dan buatan).

1) Agregat kasar

Menurut SNI 03-2834-1993 (1993:1) agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm.

Persyaratan agregat kasar secara umum menurut SK SNI S-04-1989-F (Ahmad Dumyati, 2015:4) adalah sebagai berikut :

- a) Butir-butir tajam dan keras dengan indeks kekerasan $\leq 2,2$.
- b) Kekal tidak pecah atau hancur oleh cuaca (terik matahari dan hujan), jika diujidengan larutan garam natrium sulfat bagian yang hancur

maksimal 12%, sedangkan dengan larutan garam magnesium sulfat maksimum 18%.

- c) Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.
- d) Tidak mengandung zat organis terlalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan 3% *NaOH*, yaitu warna cairan diatas endapan agregat kasar tidak boleh lebih gelap dari pada warna standar gradasi.
- e) Modulu halus butir antara 5 - 8 dan variasi butir sesuai standar gradasi.
- f) Khusus untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat halus tidak relative terhadap alkali
- g) Modulus halus butir antara 6 – 7,1 dengan variasi butir sesuai standar gradasi.



Gambar 2.2 Agregat Kasar (*Dokumentasi pribadi*)

2) Agregat halus

Menurut SNI 03-2834-1993 (1993:1) agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm.

Persyaratan agregat halus secara umum menurut SK SNI S-04-1989-F (Ahmad Dumyati, 2015:4) adalah sebagai berikut :

- a) Butir-butirnya keras dan tidak berpori.
- b) Kekal tidak pecah atau hancur oleh cuaca (terik matahari dan hujan), jika diujidengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimal 12%, sedangkan dengan larutan garam Magnesium Sulfat maksimum 18%.
- c) Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.
- d) Tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- e) Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20%.
- f) Modulus halus butir antara 1,5 - 3,8 dan dengan variasi sesuai standar gradasi.



Gambar 2.3 Agregat Halus (*Dokumentasi pribadi*)

c. Air

Air merupakan salah satu bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan beton. Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air harus selalu ada dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi suatu

pasta sehingga betonnya lecek. Proses hidrasi dalam beton segar membutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen yang digunakan. Air adalah alat untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penuangan beton. Kekuatan dari beton ditentukan oleh perbandingan berat air dan semen (Ahmad Dumyati, 2015: 5).

d. Bahan Tambah

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya.

e. Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa merupakan serat alami yang diperoleh dari kulit atau serat-serat dalam buah kelapa (*Cocos nucifera*). Serat ini memiliki struktur panjang, kuat, fleksibel, yang membuatnya cocok sebagai bahan tambahan dalam berbagai aplikasi konstruksi dan manufaktur. Dalam konteks beton, serat sabut kelapa digunakan sebagai serat penguat untuk meningkatkan kekuatan tarik dan ketahanan terhadap retak beton. Serat sabut kelapa juga memiliki sifat-sifat yang ramah lingkungan, karena berasal dari sumber daya alam yang terbarukan dan dapat didaur ulang. Karena karakteristiknya yang unik, serat sabut kelapa memiliki potensi besar untuk digunakan dalam pembangunan berkelanjutan dan pengembangan material konstruksi yang ramah lingkungan.

Tabel. 2.1 Kandungan Serat Sabut Kelapa (*sumber* : Sunario, 2008 dalam Laboratorium Balai Besar Pulpen dan Kertas)

Kandungan Serat Sabut Kelapa	
Kadar abu	2,02 %
Kadar Lignin (Metode Klason)	31,48 %
Kadar Sari	3,41 %
Kadar Alfa Selulosa	32,64 %
Kadar Total Selulosa	55,34 %
Kadar Pentosan sebagai Hemiselulosa	22,70 %
Kelarutan dalam naOH 1%	20,48 %



Gambar 2.4 Sabut Kelapa
(Dokumentasi Pribadi)

f. Modacon Aditif Beton

Modacon Aditif Beton merupakan aditif yang ditambahkan pada adukan beton untuk mencegah retak pada beton dengan meningkatkan homogenitas pada beton sehingga beton akan lebih keras, tidak bocor dan cepat kering. *modacon*

aditif beton juga dapat mencegah terjadinya korosi pada baja beton dan mempermudah dalam proses pengerjaan beton. Selain itu Modacon Aditif Beton juga memiliki beberapa fungsi yaitu :

- 1) Meningkatkan kekuatan beton dan tahan bocor
- 2) Mempercepat waktu pengeringan
- 3) Mencegah korosi pada tulangan besi/baja
- 4) Tahan panas dan tahan bakar
- 5) Merekat dalam kondisi basah

Data Teknis Modacon Aditif Beton :

1. Warna : Coklat tua
2. Kekentalan : 46,3 KU
3. Berat jenis : 1,12 gr/ml
4. *Mixing ratio* : 2% dari berat semen untuk plasteran, nat keramik dan pengeras beton.
4 semen: 1 Aditif Beton untuk menutup lubang dan pemasangan keramik dalam air.
5. Masa Simpan : 24 bulan bila disimpan dalam keadaan tertutup dan kering
6. Kemasan : 1 Lt



Gambar 2.5 Modacon Aditif Beton (*Dokumentasi Pribadi*)

g. Slump Test

Pengujian slump dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan kedalam wadah kerucut terpancung. Pengisian dilakukan dalam tiga lapisan adalah $\frac{1}{3}$ dari tinggi kerucut. Masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen. Kemudian kerucut diangkat keatas secara vertikal dan slump dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat. Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan atau keenceran adukan beton. Untuk mengetahui kelecakan suatu adukan beton biasanya dengan dilakukan pengujian slump. Semakin tinggi nilai slump berarti adukan beton makin mudah untuk dikerjakan.

5. Kuat Tekan Pada Beton

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 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 : (Mahendra, Y. I, dkk 2021).

$$f_c' = \frac{P}{A} \text{ (1)}$$

Keterangan:

f_c' : Kuat Tekan Beton (kg/cm²)

P : Beban yang bekerja (kg)

A : Luas penampang benda (cm²)



Gambar 2.6 Pengujian Kuat Tekan Pada Beton
 Sumber : Dokumentasi contoh pengujian kuat tekan beton

B. Beton Serat

1. Pengertian Beton Serat

Beton serat merupakan campuran beton ditambah serat, umumnya berupa batang- batang dengan ukuran 5-500 μm , dengan panjang sekitar 25 mm. Bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat plastik (polypropylene), atau potongan kawat baja. Kelemahannya sulit dikerjakan, namun lebih banyak kelebihanannya antara lain kemungkinan terjadi segregasi kecil, daktil, dan tahan benturan (Mulyono, 2005).

Beton serat merupakan campuran beton ditambah serat. Bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat plastik (poly-propylene), atau potongan kawat baja, serat tumbuh-tumbuhan (rami, sabut kelapa, bambu, ijuk) (Trimulyono, 2004).

Beton serat adalah bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton biasa.

Beton serat adalah beton yang dalam pembuatannya ditambahkan serat kedalamnya, yang bertujuan untuk meningkatkan kuat tarik beton agar tahan terhadap gaya tarik yang di akibatkan pengaruh iklim, temperature dan perubahan cuaca yang dialami oleh permukaan yang luas. Penambahan serat itu sendiri dapat mereduksi retak-retak akibat perubahan cuaca tersebut.

Dalam pembagian beton serat, jenis beton serat dapat kita bedakan menjadi 2 jenis, yaitu beton serat alami dan beton serat buatan. Serat alami umumnya terbuat dari bermavam-macam tumbuhan. Karena sifat umumnya mudah menyerap dan melepaskan air, serat alami mudah lapuk sehingga tidak

dianjurkan digunakan pada beton bermutu tinggi atau untuk penggunaan khusus. Yang termasuk serat alam antara lain rami, ijuk, sabut kelapa dan lain lain. Serat buatan umumnya dibuat dari senyawa-senyawa polimer. Mempunyai ketahanan tinggi terhadap perubahan cuaca. Mempunyai titik leleh, Kuat tarik, dan kuat lentur tinggi. Digunakan untuk beton bermutu tinggi dan yang akan digunakan secara khusus.

Dalam sifat fisik beton, penambahan serat menyebabkan perubahan terhadap sifat beton tersebut. Dibandingkan dengan beton yang bermutu sama tanpa serat, maka beton dengan serat membuatnya menjadi lebih kaku sehingga memperkecil nilai slump serta membuat waktu ikat awal lebih cepat juga. Sedangkan dalam sifat mekanisnya, penambahan serat sampai batas optimum umumnya meningkatkan kuat tarik dan kuat lentur, tetapi menurunkan kekuatan tekan.

2. Keunggulan dan kelemahan beton serat

Adapun kelebihan dan kekurangan penggunaan beton serat adalah sebagai berikut.

Kelebihan penggunaan serat sebagai bahan tambah pada beton adalah:

1. kemungkinan terjadi segregasi kecil,
2. daktilitas (kemampuan menyerap energi) juga meningkat,
3. tahan benturan,
4. retak-retak yang terjadi dapat direduksi,
5. beton menjadi lebih kaku, dan
6. meningkatkan kuat tarik, kuat tekan dan kuat desak beton.

Kekurangan penggunaan serat sebagai bahan tambah pada beton adalah:

1. biaya menjadi lebih mahal karena adanya penambahan material yang berupa serat dan
2. proses pengerjaan lebih sulit dari beton biasa.

C. Mix Design

1. Pengertian Mix Design

Mix Design dalam beton adalah pekerjaan merancang dan memilih material bermutu tinggi untuk kepentingan produksi beton serta menentukan dalam mutu dan kekuatan beton itu sendiri.

Mix Design beton adalah pemilihan bahan campuran beton dengan mempertimbangkan kuantitas atau perbandingan dari setiap materialnya agar beton mencapai kualitas yang di syaratkan.

2. Jenis Mix Design Beton

a) Nominal Mixes

Campuran nominal yaitu metode pembuatan beton sesuai dengan rasio yang telah ditentukan tanpa analisis pencampuran. Kelebihan dari mix design beton ini adalah pengerjaannya yang cukup mudah, tetapi kelemahannya tipe ini hanya berlaku di kondisi normal saja.

b) Campuran Standar

Karena nominal mixes hanya dapat diterapkan pada kondisi normal, maka dibutuhkan tipe mix design beton yang lain untuk kondisi yang beragam. Oleh karena itu, kini banyak spesifikasi telah dijabarkan dengan

mempertimbangkan berbagai kondisi. Dan penerapan campuran yang memperhatikan spesifikasi teknis ini disebut dengan standard mixes.

c) Designed Mixes

Disini desainer campuran beton bertugas untuk menentukan kinerja dan kualitas beton, sedangkan produsen akan menentukan proporsi campuran beton. Cara ini cukup efektif untuk mendapatkan proposrsi campuran paling tepat serta menghasilkan produksi beton dengan nilai ekonomis tinggi.

D. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

1. Penelitian yang dilakukan oleh Musrifin, Muhammad Abdu, Along Saputra pada tahun (2021). Dengan Judul Analisa Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan beton (compressive strength) yang direndam (curing) di Laboratorium pada umur 3 hari, 7 hari, dan 28 hari dengan ukuran benda uji silinder 15cm x 30cm. Sampel benda uji dalam penelitian ini berjumlah 15 buah. Pengujian dilakukan pada satu jenis FAS dengan perlakuan yang sama yaitu, beton normal dengan satu jenis variasi FAS sebesar FAS 0,45 yang masing-masing terdiri dari 3 benda uji. Dari hasil pengujian yang dilakukan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dengan menggunakan material agregat halus dan agregat kasar yang berasal dari Batauga Buton Selatan dan serat sabut kelapa yang berasal dari Kelurahan Bonegunu, Kecamatan Bonegunu, Kabupaten Buton Utara yaitu untuk beton normal tanpa penggunaan sabut kelapa rata-rata umur 3 hari sebesar 183,4

Kg/Cm², umur 7 hari sebesar 246,1 Kg/Cm² dan umur 28 hari sebesar 279,9 Kg/Cm², sedangkan untuk beton dengan campuran sabut kelapa rata-rata pada umur 3 hari sebesar 117,8 Kg/Cm², rata-rata umur 7 hari sebesar 145,0 Kg/Cm², dan rata-rata umur 28 hari sebesar 122,5 Kg/Cm². Berdasarkan hasil uji kuat tekan menunjukkan bahwa nilai kuat tekan yang diperoleh semakin meningkat seiring dengan bertambahnya umur perawatan benda uji baik beton normal maupun beton dengan sabut kelapa.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Arman Hidayat, Mursalim Ninoy La Ola, Muhammad Buttomi Masgode, Al Tafakur La Ode pada tahun (2023). Dengan judul *Compressive Strength of Coconut Fiber Concrete Using Sea Water As A Solvent*. Penelitian bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kuat tekan beton serat sabut kelapa dengan air laut sebagai pelarutnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, beton selinder dicetak dengan berukuran 15x30 cm dengan menambahkan serat serabut kelapa pada campuran beton dengan mutu f_c' 22,5 MPa dan sebagai pembanding peneliti membuat sampel beton sabut kelapa dengan air tawar sebagai pelarut. Hasil penelitian ini dengan penambahan serat 1% dari berat semennya pada umur 3 hari uji tekan amencapai 10,02 Mpa untuk beton air tawar dan beton sabut air laut sebesar 6,51 MPa. Pada umur 7 hari beton air tawar sebesar 15,76 Mpa sedangkan beton sabut kelapa air laut sebesar 7,42 MPa. Untuk umur 28 hari pada beton air tawar sebesar 23,78 MPa, sedangkan beton sabut kelapa air laut sebesar 14,72 Mpa. Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini bahwa pemakaian air laut sebagai bahan pelarut pada beton

sabut kelapa mengalami penurunan kekuatan yakni sebesar 23,53% dibandingkan dengan beton sabut kelapa dengan air tawar sebagai pelarut untuk umur 28 hari.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Andrito Ekel, Rilya Rumbayan, Merci Freki Hosang pada tahun (2022). Dengan judul Pengaruh Bahan Tambah Serabut Kelapa dan Bahan Substitusi Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Serat. Beton memiliki karakteristik kuat terhadap gaya tekan, tetapi memiliki nilai kuat tarik yang rendah. Oleh karena itu diperlukan suatu inovasi pencampuran beton dengan bahan tambah serat yang elastis, salah satunya menggunakan serabut kelapa di dalam beton. Abu batubara merupakan bagian dari sisa pembakaran batubara. Sifat kimia yang dimiliki oleh fly ash berupa silica dan alumina dengan persentase mencapai 80% ini menjadikan fly ash sebagai material pengganti semen. Pada penelitian ini terdapat 3 komposisi beton yaitu beton normal, beton penambahan 0,125 % serabut kelapa dan 12,5 % fly ash pengganti semen, dan yang terakhir adalah beton dengan penambahan 0,2 % serabut kelapa serta 12,5 % fly ash pengganti semen. Semua beton tersebut melewati pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton untuk mengetahui pengaruhnya. Pengaruh penambahan serabut kelapa dan bahan substitusi fly ash tidak memiliki perbedaan yang signifikan pada hasil nilai kuat tekan, tetapi pada nilai kuat tarik belah terjadi perbedaan yang cukup signifikan. Hal ini membuktikan bahwa penambahan serabut kelapa dan bahan substitusi fly ash dapat meningkatkan nilai kuat tarik beton yang rendah.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Dian Ardhiansyah, Sarwidi pada tahun (2018). Dengan judul Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Beton. Pada penelitian ini digunakan bahan tambah sabut kelapa dengan persentase 0 %, 0,125 % dan 0,2 % dari berat beton normal dengan panjang serat 3 cm, 6 cm, dan 9 cm. Metode pengeringan sabut kelapa adalah dengan cara menjemur serat sabut kelapa yang sebelumnya sudah dipotong-potong kecil sesuai dengan panjang sabut yang dibutuhkan dibawah sinar matahari selama kurang lebih 6 jam. Tinjauan analisis penelitian ini adalah kuat tekan dan daya serap beton dengan benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Metode perencanaan beton menggunakan standar SNI-03-2843-2000 dengan kuat tekan rencana 37 MPa. Dari hasil pengujian, diketahui bahwa penambahan serat sabut kelapa pada campuran beton dengan persentase dan panjang serat yang berbeda dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton dari kuat tekan awal 25 MPa. Namun, kuat tekan rencana minimum sebesar 37 MPa tidak dapat dicapai. Pada benda uji BV3-0,2 dengan komposisi sabut kelapa 0,2% dari berat beton normal dengan panjang serat 3 cm, memiliki nilai kuat tekan paling tinggi sebesar 29,859 MPa atau menurun 19,300% dari kuat tekan rencana minimum. Peningkatan panjang serat sabut kelapa dan daya serap pada beton ternyata dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton hingga panjang serat dan daya serap tersebut mencapai titik optimumnya. Untuk penambahan sabut kelapa 0,125%, titik optimum panjang serat dan daya serap adalah 3,246 cm dan

2,544%. Kemudian untuk penambahan sabut kelapa 0,2%, titik optimum panjang serat dan daya serap adalah 3,325 cm dan 2,695%.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Hendrick Septiawan Sunaryo pada tahun (2018). Dengan judul Pengaruh Penambahan *Coconut Fiber* Pada Pembuatan Beton Dengan *Copper Slag* Sebagai substitusi pasir. Penelitian ini menggunakan 2 tipe benda uji yaitu balok beton dengan ukuran 60cm x 15cm x 15cm dan silinder dengan ukuran diameter 15cm dan tinggi 30cm. Terdapat 4 Variasi campuran beton dengan penambahan serabut kelapa dan substitusi copper slag agregat halus yaitu Kontrol dengan komposisi beton OPC (Ordinary Portland Cement), benda uji 1 dengan komposisi penambahan serabut kelapa sebesar 2%, benda uji 2 dengan komposisi penambahan serabut kelapa sebesar 4% dan benda uji 3 dengan penambahan serabut kelapa sebesar 6%. Hasil penelitian yang telah dilakukan dengan penambahan serabut kelapa pada beton didapatkan nilai kuat tekan yang menurun yaitu 12,74 MPa. Sedangkan untuk kuat tarik belah beton nilai optimum terdapat pada penambahan serabut kelapa sebesar 2% yaitu 2,41 MPa. nilai optimum untuk kuat lentur balok tanpa tulangan terdapat pada prosentase 2% yaitu sebesar 3,18 MPa. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa penambahan serabut kelapa pada adukan beton membuat kuat tekan menurun dan meningkatkan kuat tarik belah dan kuat lentur balok.
6. Penelitian yang dilakukan oleh Hermansyah, Muhammad Reza Sachroudi pada tahun (2018). Dengan judul Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Beton. Pada penelitian ini,

penulis menambahkan campuran sabut kelapa dengan variasi panjang 4 cm dengan persentase sabut kelapa sebanyak 0%, 0,3%, 0,6% dan 0,9% dari berat beton campuran di setiap masing-masing variasi ke dalam adukan beton segar. Perhitungan perencanaan campuran beton menggunakan SNI 2834-2000 dengan kuat tekan rencana 35 MPa. Pembuatan benda uji silinder sebanyak 12 buah dengan ukuran 15x30cm menggunakan variasi sabut kelapa sebesar 0%,0,3%,0,6% dan 0,9% dengan setiap variasi terdiri dari 3 benda uji. Hasil dari penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa, nilai slump pada bahan tambah campuran beton dengan variasi campuran 0%, 0,3%, 0,6% dan 0,9% menghasilkan nilai slump sebesar 10 cm, 8 cm, 5,5 cm dan 2,5 cm. Dalam hal ini didapatkan nilai slump maksimum terdapat pada variasi 0% dan nilai slump minimum terdapat pada variasi 0,9%. Penggunaan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah dengan variasi 0% (beton normal), 0,3%, 0,6% dan 0,9% menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 22,81 MPa, 17,35 MPa, 18,38 MPa dan 16,31 MPa. Dalam hal ini didapatkan nilai kuat tekan maksimum terdapat pada variasi 0%.

7. Penelitian yang dilakukan oleh Nur Azizah Affandy, Agus Imam Bukhori pada tahun (2019). Dengan judul Pengaruh Penambahan Abu Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. Pada penelitian ini serabut kelapa hanya digunakan untuk bahan sapu, permadani, tali dan peralatan rumah tangga. Oleh karena itu, penambahan pembakaran beton ke abu abu kelapa dicoba. Metode yang digunakan adalah eksperimental yang dilakukan di laboratorium dengan produksi 12 buah uji dengan presentasi 0%, 0,25%, 0,5% dan 0,75%

pada 7 hari. Hasil uji laboratorium pada penambahan abu serabut kelapa dengan presentasi K 100 normal adalah 16.505 MPa, campuran abu serabut kelapa 0,25% mencapai 23.895 MPa, campuran abu serabut kelapa 0,5% mencapai 23.656 MPa, beton campuran abu serat tertinggi 0,75% kelapa bisa mencapai kekuatan tekan 23.688 MPa

8. Penelitian yang dilakukan oleh Eben Oktavianus Zai, Johan Oberlyn Simanjuntak, Eddi Panri Hutagalung pada tahun (2022). Dengan judul Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. Dalam penelitian ini, serabut kelapa digunakan sebagai bahan pengganti sebagian dari semen pada campuran beton normal. Variasi penggantian serabut kelapa dari semen pada beton normal untuk mengetahui nilai kuat tekan, diharapkan dapat meningkatkan kualitas beton berupa kuat tekan. Adapun variasi penggantian serabut kelapa yang digunakan adalah 0%, 0,15%, 0,30%, 0,45% dan pengujian yang dilakukan berupa kuat tekan. Dari hasil pengujian diperoleh hasil penurunan pada slump, setelah melalui proses pengujian hingga mendapatkan hasil kuat tekan beton 28 hari, beton normal (BN) tanpa serabut kelapa sebesar 22,24 MPa, beton serabut kelapa variasi 0,15% sebesar 21,11 MPa dan mengalami penurunan dari beton normal sebesar (5,08%) dan beton menggunakan serabut kelapa variasi 0,30% sebesar 20,83 MPa dan variasi 0,45% sebesar 19,89 MPa dan mengalami penurunan sebesar (6,33%) untuk variasi 0,30% dan (10,56%) untuk variasi 0,45%.
9. Penelitian yang dilakukan oleh Purwanto, Diah Rahmawati, Sutarno pada tahun (2021). Dengan judul Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa

Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton. Pengujian meliputi uji kuat tekan dan uji lentur. Untuk uji tekan beton dengan menggunakan benda uji silinder ukuran 15x30 cm. Sedangkan untuk uji lentur dengan menggunakan balok beton dengan ukuran 15x15x60 cm. Hasil pengujian diperoleh kuat tekan beton rata-rata untuk balok serat sabut kelapa 0% sebesar 237,79 kg/cm², balok serat sabut kelapa 1% sebesar 228,73 kg/cm², balok serat sabut kelapa 2% sebesar 212,88 kg/cm². Dari hasil tersebut menunjukkan adanya penurunan kuat tekan beton, untuk penambahan serat sabut 1% turun 9,06% sedangkan penambahan serat sabut 2% turun 24,91%. Sedangkan kuat lentur rata-rata untuk balok serat sabut kelapa 0% sebesar 19,20 kg/cm², balok serat sabut kelapa 1% sebesar 21,60 kg/cm², dan balok serat sabut kelapa 2% sebesar 21,73 kg/cm². Dari hasil tersebut menunjukkan ada kenaikan untuk lenturnya, penambahan 1% mengalami kenaikan 2,4% dan 2% mengalami kenaikan 2,53%

10. Penelitian yang dilakukan oleh Hasbullah, Jasman pada tahun (2022). Dengan judul Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan sabut kelapa sebagai material terhadap kuat tekan dan kuat lentur. Metode dalam penelitian ini adalah eksperimen, yaitu strategi penelitian yang hasilnya untuk membandingkan antara dua variasi dengan mengurangi atau menyisihkan variasi yang lain. Adapun hasil pada penelitian yaitu nilai kuat tekan maksimum pada variasi beton normal sebesar 27,176 MPa, variasi 0,5% sebesar 26,233 MPa, variasi 1,5% sebesar 24,723 MPa dan variasi 2,5%

sebesar 22,458 MPa. Nilai kuat lentur rata-rata pada variasi beton normal sebesar 3,733 MPa, variasi 0,5% sebesar 5,333 MPa, variasi 1,5% sebesar 7,600 MPa dan variasi 2,5% sebesar 8,800 MPa. Angka tersebut menunjukkan peran serat pada campuran menyebabkan penurunan kuat tekan pada beton, sedangkan pada kuat lentur mengalami kenaikan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah *Laboratory Research* (Penelitian Laboratorium), dimana menggunakan metode kuantitatif yang merupakan metode penelitian yang banyak menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya disertai dengan gambar, tabel, grafik, atau tampilan lainnya. Kemudian data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian di laboratorium.

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

Durasi penelitian ini sampai dengan penyusunan tugas akhir di selenggarakan selama 3 (tiga) bulan, proses penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Juli-September 2024. Adapun alokasi waktu untuk setiap tahapan penelitian diuraikan dalam *time schedule* sebagai berikut:

Tabel.3.1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

NO	JENIS KEGIATAN	Alokasi waktu		
		Juli 2024	Agustus 2024	September 2024
1	Studi literature			
2	Persiapan laboratorium			
3	Pengujian bahan dasar			
4	Pembuatan benda uji			
5	Uji kuat tekan beton			
6	Analisa hasil pengujian			

C. Alat dan Bahan

1. Alat

Penelitian ini menggunakan alat-alat yang tersedia di Laboratorium Struktur dan Bahan Prodi Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare. Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

Timbangan digunakan untuk menimbang bahan susun adukan beton.

c) Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur banyaknya air yang digunakan dalam pembuatan beton.

d) Piknometer

Piknometer dengan kapasitas 500 gr digunakan untuk mencari B_j agregat halus.

e) Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur semua dimensi benda uji.

f) Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat pada pengujian kadar air, B_j , dan gradasi agregat.

g) Mesin aduk campuran

Mesin aduk campuran digunakan untuk mengaduk bahan penyusun beton.

h) Kerucut abrams.

Kerucut abrams digunakan untuk mengukur kelecakan adukan beton (nilai slump).

i) Penggaris

Penggaris digunakan untuk mengukur nilai slump.

j) Cetakan beton

Cetakan beton yang digunakan adalah bentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm.

k) Batang baja

Batang baja digunakan untuk memadatkan adukan beton.

l) Mesin uji tekan (*Universal Testing Machine*)

Mesin uji tekan digunakan untuk menguji kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas benda uji beton.

m) Mesin Los Angeles

Mesin Los Angeles digunakan untuk menguji ketahanan aus agregat yang dilengkapi dengan bola-bola baja.

2. Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan yang terdiri dari:

a) *Portland Composit Cement (PCC)*.

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Tonasa (50 kg) atau Semen Tipe I.

b) Agregat halus

Agregat halus yang digunakan berasal dari UD. Akbar Kota Parepare.

c) Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan berasal dari UD. Akbar Kota Parepare

d) Air

Air yang digunakan untuk pencampuran dan perendaman benda uji adalah air yang berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Prodi Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare.

e) Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa yang digunakan untuk bahan tambah dalam pencampuran benda uji berasal dari Pangkajenne, Kabupaten Sidenreng Rappang.

D. Teknik Pengumpulan Data

1. Pengumpulan Data Sekunder

Tahap awal dari pekerjaan ini ialah mengumpulkan data sekunder berupa standar mutu, serta mencari literatur-literatur terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Data tersebut dipergunakan untuk menentukan mutu beton yang akan diteliti, serta menentukan langkah kerja lebih lanjut dalam tahap penelitian yang akan dilakukan.

2. Pengumpulan Data Primer

Tahap selanjutnya dari pekerjaan ini ialah mengumpulkan data primer berupa agregat kasar dan halus secara langsung sebagai bahan penelitian untuk mencari kekuatan tekan, apakah layak untuk digunakan.

E. Teknik Analisis Data

1. Evaluasi Karakteristik Bahan

Evaluasi bahan-bahan penyusunan beton seperti semen, agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir) dan air. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah bahan yang digunakan untuk membentuk beton dalam penelitian ini memiliki nilai sesuai dengan persyaratan standar yang telah ditentukan SNI 03-2834-1993 (1993:1).

2. Analisa Kuat Tekan Beton

Analisis yang dilakukan dengan membandingkan hasil data dari kekuatan kompresive dari setiap variasi campuran melalui grafik, sehingga kita dapat menentukan efek yang dihasilkan di usia beton yang telah ditentukan.

F. Prosedur Dan Rencana Penelitian

1. Tahapan persiapan dan pemeriksaan bahan

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: Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

a. Persiapan agregat

- 1) Agregat kasar yang digunakan yaitu agregat yang tertahan pada saringan No.4 dengan ukuran 4,75 mm
- 2) Agregat halus yang digunakan yaitu agregat yang lolos di saringan No.4 dan tertahan pada saringan No.200 dengan ukuran 0,075 mm.

b. 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 1000 gram dan kerikil seberat 2000 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 1000 gram dan ditambahkan air sampai 90 % penuh, kemudian dikocok selama ± 5 menit). Kemudian untuk kerikil (kerikil dengan kondisi kering permukaan tadi seberat 2000 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.

c. 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.

d. Pemeriksaan keausan agregat kasar

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

- 1) Kerikil ditimbang seberat 2000 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.

e. 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.

f. 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 beton normal

- 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.
- 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. 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.
 - 2) Setiap pencampuran beton dilakukan sebanyak 2 kali uji nilai slump kemudian dirata-ratakan hasilnya.
- d. Pembuatan benda uji kuat tekan

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

Tahapan perawatan beton Setelah 24 jam beton dibuka dari cetakan, kemudian diberi tanda untuk selanjutnya dilakukan perendaman didalam bak air selama 28 hari.

3. Tahapan pembuatan benda uji beton serat sabut kelapa dan modacon aditif beton

a. Pemeriksaan material campuran beton

- 1) Gunting sabut kelapa dengan ukuran 5 cm.
- 2) Timbang material campuran beton, yaitu semen, agregat (halus dan kasar), dan air sesuai dengan berat yang telah ditentukan dalam rancangan campuran beton.
- 3) Timbang material bahan tambah campuran beton, yaitu serat sabut kelapa yang telah digunting dengan ukuran 5 cm dengan berat 0,5%, 1,5%, 2,5% dari volume beton dan modacon aditif beton sebanyak 2% dari berat semen.

- 4) 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, kemudian tunggu sampai tercampur secara merata.
- 2) Masukkan sebagian bahan tambah serat sabut kelapa ke dalam mesin aduk campuran dengan berat 0,5%, 1,5%, 2.5% dari volume beton secara bertahap sampai semua bahan habis kemudian masukkan juga modacon aditif beton sebanyak 2% dari berat semen.
- 3) Masukkan sedikit demi sedikit sisa air yang tadi kedalam mesin yang berputar dengan tidak kurang dari 3 menit sampai airnya habis.

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. 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.
- 2) Setiap pencampuran beton dilakukan sebanyak 2 kali uji nilai slump kemudian dirata-ratakan hasilnya.

d. Pembuatan benda uji kuat tekan

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

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 kuat tekan beton

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

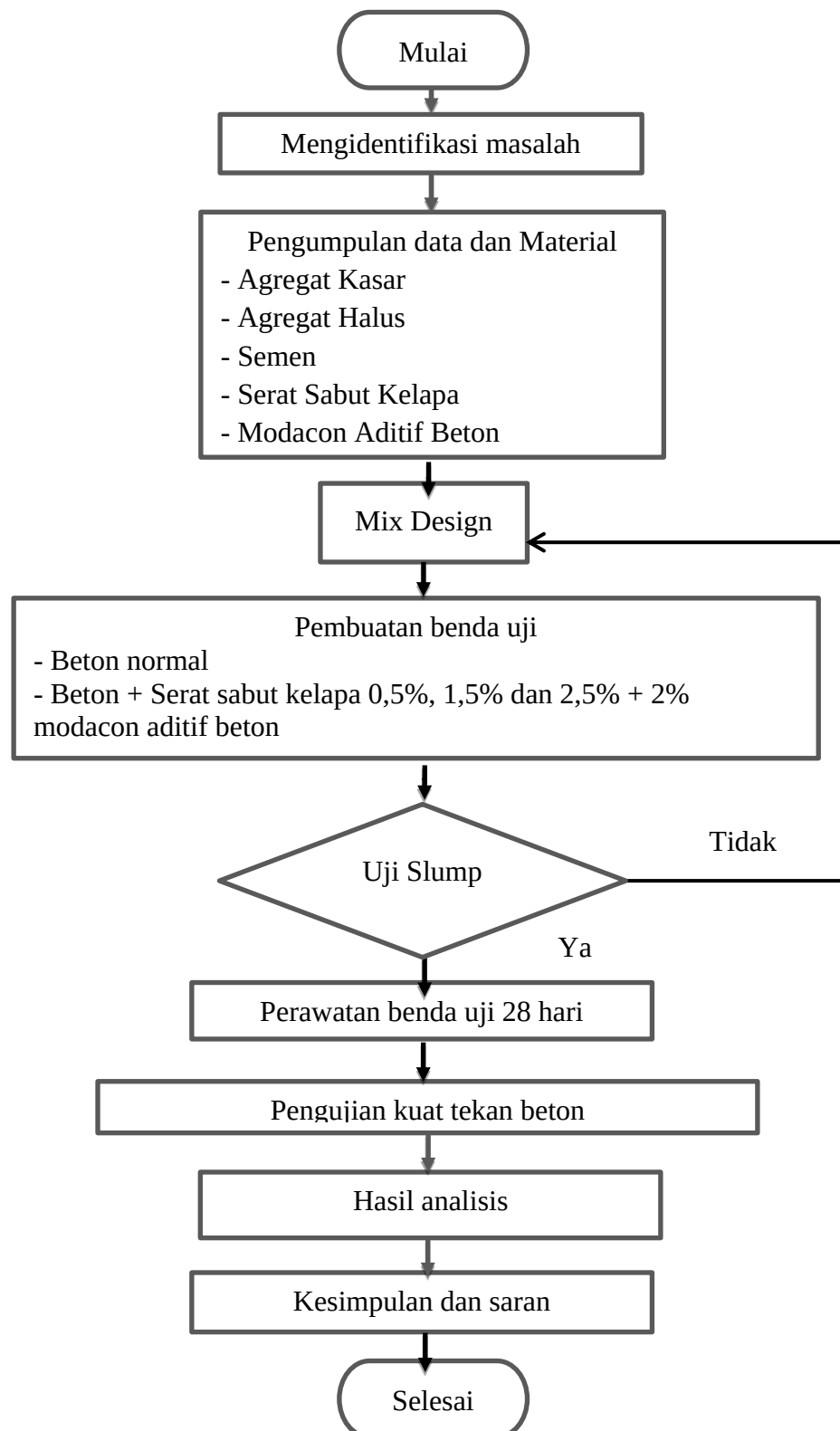
Pada pengujian kuat tekan beton, langkah-langkah yang dilakukan akan adalah sebagai berikut :

- 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 kuat tekan beban maksimum benda uji akan retak atau bahkan pecah, jarum manometer akan berhenti.
- 5) Catat angka yang ditunjuk jarum manometer.

Tabel 3.2. Jumlah Perkiraan Benda Uji Kuat Tekan

Jenis sampel	Kuat Tekan
	28
Beton normal	3
Beton dengan campuran serat sabut kelapa 0,5% + <i>modacon aditif beton 2%</i>	3
Beton dengan campuran serat sabut kelapa 1,5% + <i>modacon aditif beton 2%</i>	3
Beton dengan campuran serat sabut kelapa 2,5% + <i>modacon aditif beton 2%</i>	3
Total	12

G. Diagram Alir**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

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

1. Agregat Halus

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

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata	Keterangan
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	1,0%	0,8%	0,90%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	No. 2	No. 2	No. 2	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	2,04%	2,46%	2,25%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1,40	1,41	1,40	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1,88	1,89	1,89	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1,83%	1,42%	1,63%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2,54	2,53	2,54	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,43	2,44	2,44	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,48	2,48	2,48	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	2,95	2,94	2,95	Memenuhi

Berdasarkan tabel 4.1 pengujian agregat halus didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Kadar lumpur agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat halus diatas yaitu 0,90%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 5% yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut memenuhi spesifikasi dan dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

b. Kadar organik agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar organik agregat halus diatas sampel menunjukkan warna kekeruhan di angka No.2 pada standar warna yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut memiliki tingkat kadar organik terbilang rendah sehingga memenuhi spesifikasi dan dapat digunakan dalam campuran beton tanpa perlu dicuci terlebih dahulu.

c. Kadar air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar air agregat halus di atas yaitu 2,25%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 2,00%-5,00% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut memenuhi spesifikasi dan dapat digunakan untuk campuran beton.

d. Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat halus kondisi lepas diatas yaitu 1,40 sedangkan pengujian berat volume agregat halus kondisi padat yaitu 1,89, dari ke 2 (dua) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,4-1,9 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat

halus (pasir) tersebut memenuhi spesifikasi dan dapat digunakan untuk campuran beton.

e. Penyerapan air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat halus di atas yaitu 1,42%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval dari 0,2%-2% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut memenuhi spesifikasi dan dapat digunakan untuk campuran beton.

f. Berat jenis agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat jenis nyata diatas yaitu 2,54, berat jenis kering yaitu 2,44 dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,48, dari ke 3 (tiga) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,6-3,3 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut memenuhi spesifikasi dan dapat digunakan untuk campuran beton.

g. Modulus kehalusan agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian modulus kehalusan agregat halus diatas yaitu 2,95, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,50-3,80 yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut memenuhi spesifikasi dan dapat digunakan untuk campuran beton.

2. Agregat Kasar

Tabel 4.2 Rekapitulasi pengujian agregat kasar (Sumber: Hasil olah data 2024)

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata	Keterangan
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 1%	0,7%	0,90%	0,80%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	23,0%	28,0%	25,5%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	0,81%	0,70%	0,76%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1,62	1,63	1,62	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1,78	1,78	1,78	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	0,73%	0,75%	0,74%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2,79	2,79	2,79	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,73	2,73	2,73	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,75	2,75	2,75	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	6,72	6,72	6,72	Memenuhi

Berdasarkan tabel 4.2 pengujian agregat kasar didapatkan hasil sebagai berikut.

a. Kadar Lumpur

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat kasar diatas didapatkan hasil 0,80%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 1% yang menunjukkan bahwa material agregat kasar tersebut memenuhi spesifikasi dan dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu

b. Keausan Agregat

Dari pengujian tingkat keausan agregat kasar menggunakan mesin *Los Angeles* diatas didapatkan hasil 25,5% yang nilainya lebih kecil dari 50% yang menunjukkan bahwa agregat kasar tersebut memenuhi spesifikasi dan dapat dijadikan bahan campuran beton.

c. Kadar Air

Dari pengujian kadar air diatas didapatkan hasil 0,76% yang nilainya lebih kecil dari 2% yang menunjukkan bahwa agregat kasar tersebut memenuhi spesifikasi dan dapat digunakan pada campuran beton.

d. Berat Volume

Dari pengujian berat volume rongga agregat kasar didapatkan hasil 1,62 sedangkan pada pengujian berat volume padat didapatkan hasil 1,78 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6 – 1,9 kg/liter yang menunjukkan bahwa agregat kasar tersebut memenuhi spesifikasi dan dapat dijadikan bahan campuran beton.

e. Penyerapan Air

Dari pengujian penyerapan air agregat kasar diatas didapatkan hasil 0,74% yang nilainya masih dalam interval maksimum 4% yang menunjukkan bahwa agregat kasar tersebut memenuhi spesifikasi dan dapat dijadikan bahan campuran beton.

f. Berat Jenis

Dari pengujian berat jenis nyata didapatkan hasil 2,79. Berat jenis kering didapatkan nilai sebesar 2,73. Dan untuk berat jenis kering permukaan didapatkan hasil pengujian sebesar 2,75 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6–

2.96 yang menunjukkan bahwa agregat kasar tersebut memenuhi spesifikasi dan dapat dijadikan bahan campuran beton.

g. Modulus Kehalusan

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar SNI, interval untuk modulus kehalusan yaitu berada antara 6,0-8,0. Sedangkan hasil yang diperoleh dari penelitian yaitu 6,72 yang menunjukkan bahwa agregat tersebut memenuhi spesifikasi dan 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 rencana	= 25 Mpa
<i>Slump</i>	= 75 – 100 mm
Ukuran agregat maksimum	= 20
Berat kering oven agregat kasar	= 1.779
Berat jenis semen tanpa tambahan udara	= 3.08
Modulus kehalusan agregat halus	= 2,95
Berat jenis (SSD) agregat halus	= 2.48
Berat jenis (SSD) agregat kasar	= 2.75
Penyerapan air agregat halus	= 1.63%
Penyerapan air agregat kasar	= 0,74%
Kadar Air agregat halus	= 2,25%
Kadar Air agregat kasar	= 0,76%

$$\text{Vol. Semen PPC} = 3.18$$

Kuat dasar rencana dengan rumus :

$$\begin{aligned} R_r &= F_c \times g \\ &= 25 \times 9,81 \\ &= 245,250 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana : R_r = Kuat Rencana

F_c = Mutu Beton (Mpa)

g = Percepatan Gravitasi (m/s^2)

1. Margin

Hitung kuat tekan rata-rata beton, dengan kuat tekan rata-rata yang disyaratkan dan nilai margin tergantung dari tingkat pengawasan mutu.

Nilai margin (m) ditetapkan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Margin} = 1,64 \times S_d$$

Margin digunakan untuk meminimalisir penurunan kuat tekan beton pada saat pencampuran yang sesuai dengan volume pekerjaan klasifikasi kecil yang kurang dari 1000m^3 .

Tabel 4. 3 Tabel nilai deviasi (kg/cm^2) untuk berbagai volume pekerjaan dan mutu pelaksanaan di lapangan (Sumber: SNI 03-2834-2000)

Volume pekerjaan		Mutu Pelaksanaan		
Klasifikasi	m^3	Baik sekali	Baik	Cukup
Kecil	< 1000	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 65$	$65 < s \leq 85$
Sedang	1000-3000	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 75$
Besar	> 3000	$25 < s \leq 35$	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 65$

Standar deviasi (S_d) = 60

$$\begin{aligned}\text{Margin} &= 1,64 \times S_d \\ &= 1,64 \times 60 \\ &= 98,4 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

2. Kuat beton rencana (f_{cr})

$$\begin{aligned}f_{cr} &= R_r + \text{Margin} \\ &= 245,250 + 98,4 \\ &= 343,65 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

Dengan rumus :

$$\begin{aligned}\text{Konversi ke MPa} &= \frac{f_{cr}}{g} \\ &= \frac{343,65}{9,81} \\ &= 35,03 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Ket : f_{cr} = Kuat beton rencana

g = Percepatan gravitasi

3. Volume air yang diperlukan tiap m^3 adukan beton

Tabel 4. 4 Volume air yang diperlukan tiap m^3 adukan beton untuk berbagai nilai *slump* dan ukuran agregat maksimum (Sumber: SNI 7656:2012).

Air (kg/m^3) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump (mm)	5,5 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 dalam 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*	-	-	-	-	-	-	-	-
Air (kg/m³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan sebagai berikut: ringan (%)	4,5	4	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****

Bila ditabel tidak ditemukan data maka dilakukan perhitungan interpolasi berdasarkan ukuran agregat maksimum dan nilai *slump* dengan ukuran agregat maksimum yaitu 20 yang berada diantara 19-25 mm.

Rumus interpolasi:

1. Kebutuhan air

Dengan rumus :

$$X = X1 + \frac{(Y-Y1)}{(Y2-Y1)}(X2 - X1)$$

Diketahui:

$$X = ? \qquad Y = 20$$

$$X1 = 193 \qquad Y1 = 25$$

$$X2 = 205 \qquad Y2 = 19$$

$$\begin{aligned} X \text{ (Air)} &= 193 + \frac{(20-25)}{(19-25)}(205 - 193) \\ &= 203,0 \text{ kg} \end{aligned}$$

2. Kadar udara

Dengan Rumus :

$$X = X1 + \frac{(Y - Y1)}{(Y2 - Y1)} (X2 - X1)$$

Diketahui:

$$X = ?$$

$$Y = 20$$

$$X1 = 1,5 \%$$

$$Y1 = 25$$

$$X2 = 2 \%$$

$$Y2 = 19$$

$$\begin{aligned} X(\text{Kadar udara}) &= 1,5 + \frac{(20-25)}{(19-25)} (2 - 1,5) \\ &= 1,9 \% \end{aligned}$$

Air	
25.0	193.0
20.0	?
19.0	205.0
x =	203.0

Udara	
25.0	1.5 %
20.0	?
19.0	2 %
x =	1.9 %

3. Penentuan Faktor Air Semen (FAS)

Tabel 4.5 Faktor Air Semen (ltr/kg semen) untuk berbagai jenis konstruksi dan keadaan cuaca (*Sumber: SNI 7656:2012*).

Kekuatan beton umur 28 hari, Mpa	Rasio Air Semen (Berat)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
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

Penentuan Faktor Air Semen

Dengan Rumus :

$$X = X1 + \frac{(Y - Y1)}{(Y2 - Y1)} (X2 - X1)$$

Diketahui:

$$X = ?$$

$$Y = 35.03$$

$$X1 = 0,42$$

$$Y1 = 40$$

$$X2 = 0,47$$

$$Y2 = 35$$

$$\begin{aligned} x (FAS) &= 0,42 + \frac{(35,03 - 40)}{35 - 40} (0,47 - 0,42) \\ &= 0,470 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

40.0	0.42
35.03	?
35.0	0.47
x =	0.470

4. Berat semen tiap 1 m³ beton

$$W \text{ air} = 203 \text{ Kg}$$

$$W \text{ semen} = \frac{W \text{ air}}{FAS}$$

$$= \frac{203}{0,470}$$

$$= 432,20 \text{ kg/m}^3$$

$$= \frac{w \text{ Semen}}{1000} = \frac{432,20}{1000} = 0,432 \text{ ton}$$

$$\text{Vol. semen} = \frac{W \text{ semen (ton)}}{\text{Berat jenis semen}} = \frac{0,432}{3,08} = 0,140 \text{ m}^3$$

Ket : W = Berat (Kg)

FAS = Faktor Air Semen

5. Berat kerikil tiap 1 m³ beton

Tabel 4. 6 Volume agregat tiap satuan volume adukan beton
(Sumber: SNI 7656:2012).

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven* per satuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan dari agregat halus			
	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	0,8	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

a. Kerikil A

Diketahui:

$$X = ?$$

$$Y = 20$$

$$X1 = 0,62$$

$$Y1 = 19$$

$$X2 = 0,67$$

$$Y2 = 25$$

Dengan Rumus :

$$X = X1 + \frac{(Y - Y1)}{(Y2 - Y1)}(X2 - X1)$$

$$x \text{ (kerikil A)} = 0,62 + \frac{(20 - 19)}{25 - 19}(0,67 - 0,62)$$

$$= 0,628 \text{ Kg}$$

19.0	0.62
20.00	?
25.0	0.67
x =	0.628

b. Kerikil B

Diketahui:

$$X = ?$$

$$Y = 20$$

$$X1 = 0,60$$

$$Y1 = 19$$

$$X2 = 0,65$$

$$Y2 = 25$$

Dengan Rumus :

$$X = X1 + \frac{(Y - Y1)}{(Y2 - Y1)}(X2 - X1)$$

$$x \text{ (kerikil B)} = 0,60 + \frac{(20 - 19)}{25 - 19}(0,65 - 0,60)$$

$$= 0,608 \text{ Kg}$$

19.0	0.600
20.00	?
25.0	0.650
x =	0.608

c. Kerikil A dan B

Diketahui:

$$X = ?$$

$$Y = 3,20$$

$$X1 = 0,608$$

$$Y1 = 3,00$$

$$X2 = 0,620$$

$$Y2 = 2,80$$

Dengan Rumus :

$$X = X1 + \frac{(Y - Y1)}{(Y2 - Y1)}(X2 - X1)$$

$$x \text{ (kerikil AB)} = 0,608 + \frac{(3,20 - 3,0)}{2,80 - 3,0}(0,620 - 0,608)$$

$$= 0,597 \text{ Kg}$$

3.0	0.608
-----	-------

2.95	?
2.8	0.620
x =	0.611

6. Berat absolute pasir tiap 1 m³ beton

$$\text{Volume Air} = 203 \text{ kg}$$

$$= \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Jenis Air}}$$

$$= \frac{203 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 0,203 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume semen} = 432,20 \text{ kg}$$

$$= \frac{\text{Berat semen}}{\text{Berat Jenis Semen} \times 1000}$$

$$= \frac{432,20}{3,08 \times 1000}$$

$$= 0,140 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume absolute Agregat Kasar} = 1087.588 \text{ kg}$$

$$= \frac{\text{Berat Agregat kasar}}{\text{Berat Jenis Agregat kasar} \times 1000}$$

$$= \frac{1087.588}{2,75 \times 1000}$$

$$= 0,395 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume udara terperangkap} = 1,9\%$$

$$= 1 \text{ m}^3 \times 1,9\%$$

$$= 0,019 \text{ m}^3$$

Jumlah volume padat selain agregat Halus

$$V_{\text{tot}} = \text{Volume air} + \text{volume semen} + \text{volume agregat kasar} + \text{volume udara}$$

$$= 0,203 + 0,140 + 0,395 + 0,019$$

$$= 0,758 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Agregat Halus} = 1 - \text{Volume total}$$

$$= 1 - 0,758$$

$$= 0,242 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat agregat halus kering} = \text{Volume agregat halus} \times (\text{Berat jenis agregat halus} \times 1000)$$

$$= 0,242 \times (2,48 \times 1000)$$

$$= 599,4 \text{ kg}$$

7. Perkiraan berat pasir tiap 1 m³ beton

Tabel 4.7 Perkiraan awal berat beton (Hasil Olah Data Laboratorium Teknik Sipil 2024)

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m ³	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

Berdasarkan data diatas maka perkiraan berat beton adalah 2350

Sehingga :

$$\text{Air (Berat bersih)} = 203$$

$$\text{Semen} = 432,20$$

$$\text{Agregat kasar} = 1088 +$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah} &= 1722,78 \\
 \text{Maka berat agregat halus adalah} &= 2350 - 1722,78 \\
 &= 627 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

8. Koreksi terhadap kadar air

Dilakukan sebelum hendak melakukan proses pencampuran untuk pengujian kadar air bisa dilihat pada SNI 03-1971-1990

Kadar air didapat :

$$\text{Agregat kasar} = 0.76\%$$

$$\text{Agregat halus} = 2.25\%$$

Sehingga berat (massa) penyesuaian berdasarkan kadar air adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat kasar (Basah)} &= \text{Agregat kasar (Basah)} \times \text{Kadar air agregat kasar} \\
 &= 1087,588 \times 0,76\% \\
 &= 8,219 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat halus (Basah)} &= \text{Agregat halus (Basah)} \times \text{Kadar air agregat halus} \\
 &= 627,216 \times 2,25\% \\
 &= 14,112 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Air yang diserap tidak menjadi bagian dari air pencampur dan harus dikeluarkan dari penyesuaian dalam air yang ditambahkan. Maka :

$$\begin{aligned}
 \text{Air yang diberikan Agregat kasar} &= \text{Penyerapan air Agregat kasar} \times \text{Agregat} \\
 &\quad \text{kasar (Basah)} \\
 &= 1.63\% \quad \times \quad 1087,588 \\
 &= 17,689
 \end{aligned}$$

$$\text{Air yang diberikan agregat halus} = \text{Penyerapan air agregat halus} \times$$

Agregat halus (Basah)

$$= 0,74\% \quad \times \quad 627,216$$

$$= 4,612$$

Dengan demikian kebutuhan air yang ditambahkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Air}_{\text{koreksi}} &= \text{Air} - \text{Total berat massa} + \text{Total penyerapan air} \\ &= 203,0 - 22,331 + 22,301 \\ &= 202,971 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Maka perkiraan 1 m³ beton adalah sebagai berikut

Air (Yang ditambahkan)	= 202.971 Kg
Semen	= 432.134 Kg
Agregat Kasar	= 1078.118 Kg
Agregat Halus	= 636.715 Kg
Jumlah	= 2349.937 Kg

9. Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m³ beton

Tabel 4.8 Perkiraan awal berat beton (Hasil Olah Data Laboratorium Teknik Sipil 2024)

Kebutuhan Campuran Beton	Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg)	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
Air (berat bersih)	203,0	203,0	203,0
Semen	432,1	432,2	432,2
Agregat Kasar (kering)	1078,1	1087,6	1087,6
Agregat Halus (kering)	636,7	627,2	599,4

10. Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Silinder Beton :

kebutuhan beton 1 silinder

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter (d)} &= 0.15 \text{ m} \\
 \text{Tinggi (h)} &= 0.30 \text{ m} \\
 \text{Jari-jari } (\pi) &= 3,14 \text{ m} \\
 \text{Volume 1 silinder} &= \frac{1}{4} \pi d^2 h \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,30 \\
 &= 0.0053 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume total silinder} &= \text{Volume 1 silinder} \times \text{Jumlah beton silinder} \\
 &= 0,0053 \text{ m}^3 \times 3 \\
 &= 0.0159 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Ada lima bahan komposisi beton yang digunakan dalam 1 meter kubik, yaitu air 9%, agregat halus 35%, agregat kasar 40%, udara 1%, dan semen 15%. Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan volume silinder sebesar 15 %.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tambahan} &= \text{Volume 3 silinder} \times 15 \% \\
 &= 0.0159 \text{ m}^3 \times 15 \% \\
 &= 0.0024 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume total} &= \text{Volume total silinder} + \text{Volume tambahan} \\
 &= 0.0159 \text{ m}^3 + 0.0024 \text{ m}^3 \\
 &= 0,0183 \text{ m}^3.
 \end{aligned}$$

Tabel 4.9 Kebutuhan bahan untuk 3 silinder beton (Hasil Olah Data Laboratorium Teknik Sipil 2024)

Material	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	Kebutuhan 3 Silinder
W semen	401,50 Kg	2,45 Kg	7,34 kg
W pasir	574,24 Kg	3,50 Kg	10,50 kg
W kerikil	1220,26 Kg	7,44 Kg	22,32 kg
W air	205,00 Kg	1,25 Kg	3,75 kg

11. Kebutuhan Setiap Benda Uji :

a. Untuk beton normal

Diketahui ukuran silinder = 15 x 30 cm

Diameter (d) = 0.15 m

Tinggi (h) = 0.30 m

Jari-jari (π) = 3,14 m

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 silinder} &= \frac{1}{4} \pi d^2 h \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,30 \\
 &= 0.00530144 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan

volume silinder sebesar 15%

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tambahan} &= \text{Volume 1 silinder} \times 15\% \\
 &= 0.0053 \text{ m}^3 \times 15\% \\
 &= 0.0007952 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total 1 silinder} &= \text{Volume 1 silinder} + \text{Volume tambahan} \\
 &= 0.0053 \text{ m}^3 + 0.0007952 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$= 0.08482 \text{ m}^3$$

Tabel 4.10 Kebutuhan bahan untuk beton normal (Hasil Olah Data Laboratorium Teknik Sipil 2024)

Kebutuhan bahan	Kebutuhan persatu kubik beton	Kebutuhan persatu selinder beton	Kebutuhan 3 selinder
W semen	401,50 Kg	2,45 kg	7,34 kg
W pasir	574,24 Kg	3,50 kg	10,50 kg
W kerikil	1220,26 Kg	7,44 kg	22,32 kg
W air	205,00 Kg	1,25 kg	3,75 kg

b. Untuk variasi sabut kelapa 0,5%

$$\text{Volume sabut kelapa 0,5\%} = V. \text{ Beton} \times 0,5\%$$

$$= 1,000 \text{ m}^3 \times 0,5\%$$

$$= 0.005 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat sabut kelapa} = \text{Volume sabut kelapa} \times \text{BV.Sabut kelapa}$$

$$= 0.005 \text{ m}^3 \times 50,27$$

$$= 0,251 \text{ kg}$$

$$\text{Berat modacon aditif beton} = \text{Berat semen} \times 2\%$$

$$= 401,500 \text{ m}^3 \times 2\%$$

$$= 8,030 \text{ kg}$$

Tabel 4.11 Kebutuhan bahan untuk variasi 0,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton (Hasil Olah Data Laboratorium Teknik Sipil 2024)

Material	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	Kebutuhan 3 Silinder
W semen	401,50 kg	2,45 kg	7,34 kg
W pasir	574,24 kg	3,50 kg	10,50 kg
W kerikil	1220,26 kg	7,44 kg	22,32 kg
W air	205,00 kg	1,25 kg	3,75 kg

W sabut kelapa	0,25 kg	0,002 kg	0,005 kg
W modacon aditif beton	8,03 kg	0,05 kg	0,15 kg

c. Untuk variasi sabut kelapa 1,5%

$$\text{Volume sabut kelapa 1,5\%} = V. \text{Beton} \times 1,5\%$$

$$= 1,000 \times 1,5\%$$

$$= 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat sabut kelapa} = \text{Volume sabut kelapa} \times \text{BV. Sabut kelapa}$$

$$= 0.015 \text{ m}^3 \times 50,27$$

$$= 0,754 \text{ kg}$$

$$\text{Beratmodacon aditif beton} = \text{Berat semen} \times 2\%$$

$$= 401,500 \text{ m}^3 \times 2\%$$

$$= 8,030 \text{ kg}$$

Tabel 4.12 Kebutuhan bahan untuk variasi 1,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton (Hasil Olah Data Laboratorium Teknik Sipil 2024)

Material	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	Kebutuhan 3 Silinder
W semen	401,50 kg	2,45 kg	7,34 kg
W pasir	574,24 kg	3,50 kg	10,50 kg
W kerikil	1220,26 kg	7,44 kg	22,32 kg
W air	205,00 kg	1,25 kg	3,75 kg
W sabut kelapa	0,75 kg	0,005 kg	0,014 kg
W modacon aditif beton	8,03 kg	0,05 kg	0,15 kg

d. Untuk variasi sabut kelapa 2,5%

$$\text{Volume sabut kelapa 2,5\%} = V. \text{Beton} \times 2,5\%$$

$$= 1,000 \times 2,5\%$$

$$= 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat sabut kelapa} = \text{Volume sabut kelapa} \times \text{BV. Sabut kelapa}$$

$$= 0.025 \text{ m}^3 \times 50,27$$

$$= 1,257 \text{ kg}$$

$$\text{Beratmodacon aditif beton} = \text{Berat semen} \times 2\%$$

$$= 401,500 \text{ m}^3 \times 2\%$$

$$= 8,030 \text{ kg}$$

Tabel 4.13 Kebutuhan bahan untuk variasi 2,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton (Hasil Olah Data Laboratorium Teknik Sipil 2024)

Material	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	Kebutuhan 3 Silinder
W semen	401,50 kg	2,45 kg	7,34 kg
W pasir	574,24 kg	3,50 kg	10,50 kg
W kerikil	1220,26 kg	7,44 kg	22,32 kg
W air	205,00 kg	1,25 kg	3,75 kg
W sabut kelapa	1,26 kg	0,008 kg	0,023 kg
W modacon aditif beton	8,03 kg	0,05 kg	0,15 kg

C. Nilai Slump

Pengujian nilai *Slump test* dilakukan dengan menggunakan kerucut *abrams*, dengan membasahi kerucut *abrams* terlebih dahulu kemudian menempatkannya ditempat yang rata. Kemudian diisi dengan beton segar sebanyak 3 lapis, setiap lapisan diisi 1/3 dari volume kerucut *abrams* dan ditusuk sebanyak 25 kali dan penusukan dilakukan hingga mencapai bagian bawah dari setiap lapisan setelah pengisian kerucut selesai bagian atasnya diratakan. Dalam

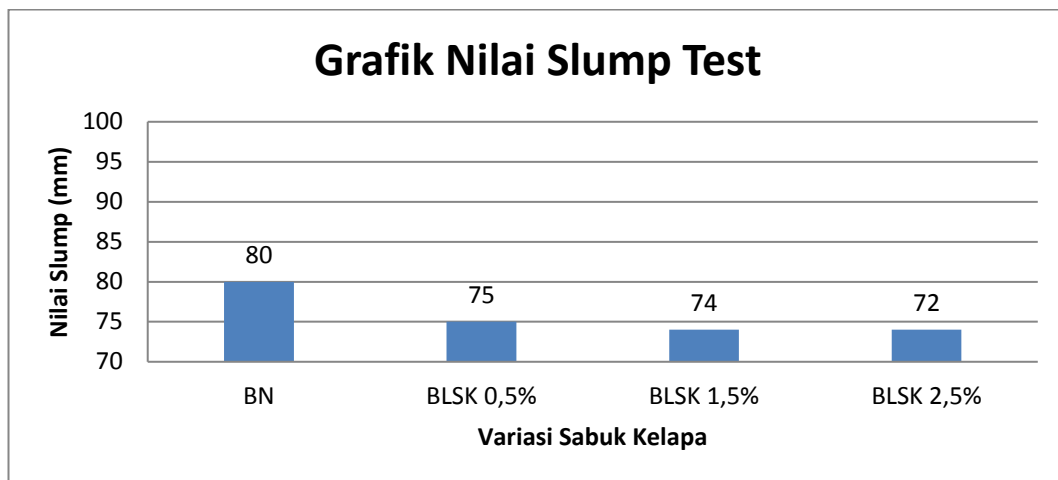
waktu sekitar 30 detik kerucut diangkat lurus vertikal secara perlahan, kemudian tentukan nilai *slump* dengan cara mengukur tinggi campuran selisih dengan tinggi kerucut.

Tabel 4.14 Hasil pengujian nilai *Slump test* (Hasil Olah Data Laboratorium Teknik Sipil 2024)

No	Variasi Campuran beton	Waktu campur (menit)	<i>Slump</i> rencana (mm)	<i>Slump</i> rata-rata lapangan (mm)
1	BN	± 10	75 – 100	80
2	BLSK 0,5%			75
3	BLSK 1,5%			74
4	BLSK 2,5%			72

Berdasarkan hasil pengujian slump pada tabel di atas dimana pada beton normal dan penambahan sabut kelapa didapatkan nilai *Slump test* yang memenuhi *slump* rencana, didapatkan nilai slump untuk campuran 0,5% sabut kelapa sebesar 75 mm, untuk campuran 1,5% sabut kelapa 74 mm dan untuk campuran 2,5% sabut kelapa 72 mm. Nilai slump cenderung mengalami penurunan seiring dengan penambahan serat sabut kelapa.

Maka dapat disimpulkan bahwa beton yang telah dicampur dapat digunakan karena tidak melewati batas maksimal nilai slump yaitu 100 mm.



Gambar 4.1 Grafik perbandingan nilai *slump* pada setiap variasi

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa nilai slump untuk variasi 0,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton mengalami penurunan nilai slump sebesar 5% dari nilai slump beton normal, untuk variasi 0,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton ke variasi 1,5 sabut kelapa dan modacon aditif beton mengalami penurunan sebesar 1%, untuk variasi 1,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton ke variasi 2,5 sabut kelapa dan modacon aditif beton mengalami penurunan sebesar 2%,

D. Kuat Tekan

Setelah melakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan benda uji tersebut. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan sebanyak 12 sampel yang terdiri dari 4 variasi campuran yaitu beton normal, 0,5% sabut kelapa, 1,5% sabut kelapa dan 2,5% sabut kelapa. Untuk masing-masing variasi campuran dibuat 3 sampel untuk kuat tekan silinder dengan ukuran benda uji 15 x 30 cm. Sebelum melakukan uji kuat tekan beton maka terlebih dahulu melakukan penimbangan

benda uji untuk setiap variasi yang akan dijadikan sampel uji.

Adapun hasil dari pengujian kuat tekan yang terdiri dari beton normal, 0,5% sabut kelapa, 1,5% sabut kelapa dan 2,5% sabut kelapa yaitu sebagai berikut :

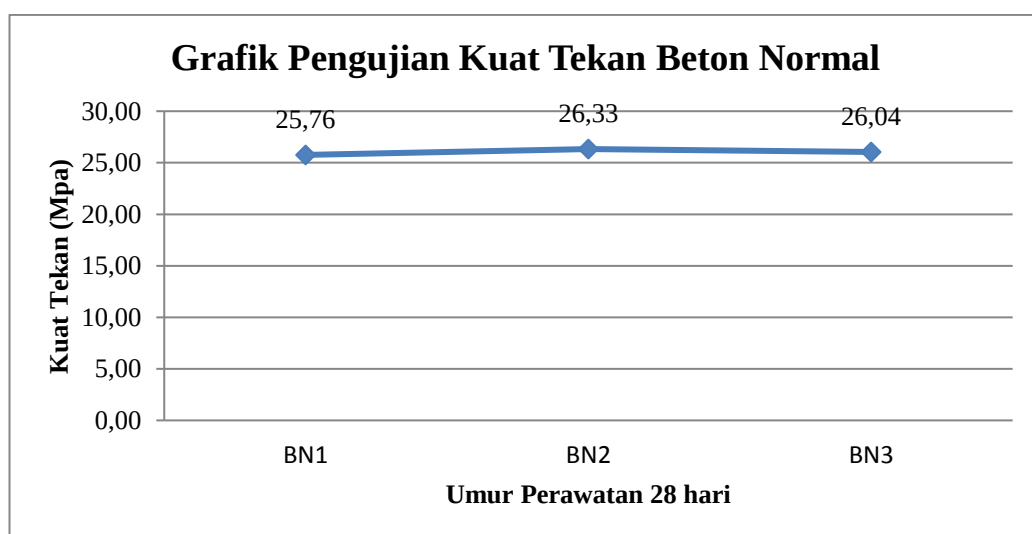
1. Beton normal

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan pada beton normal yang didapatkan pada pengujian 28 hari ialah sebagai berikut :

Tabel 4.15 Hasil rata-rata uji kuat tekan beton normal (Hasil Olah Data Laboratorium Teknik Sipil 2024)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'_c (MPa)	Rata rata Kuat Tekan	Rata rata Berat
1	28 hari	12,475	455	25,76	26,04	12,400
2	28 hari	12,375	465	26,33		
3	28 hari	12,350	460	26,04		

Pada pengujian sampel dengan beton normal didapatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.2 Grafik pengujian kuat tekan beton normal (sumber: Hasil Analisis)

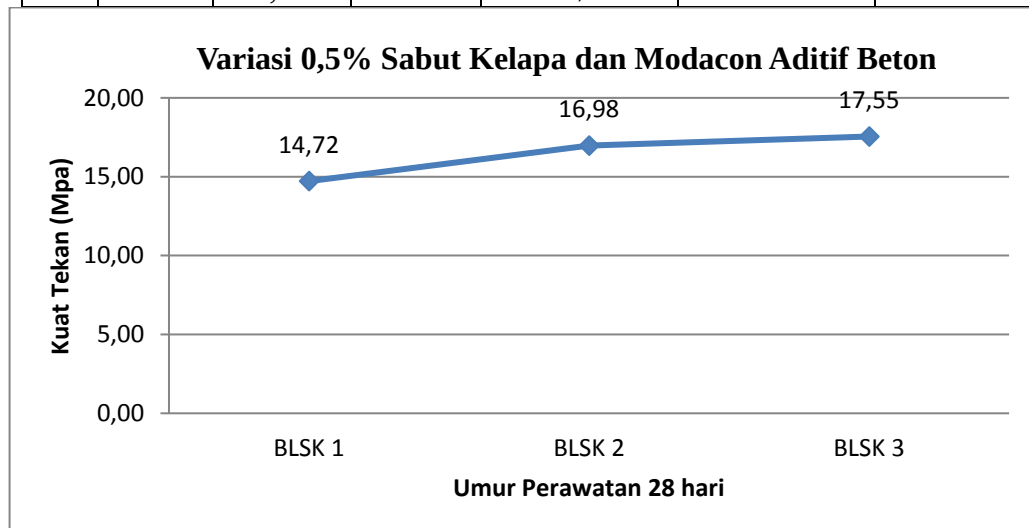
Pada gambar 4.2 menyajikan grafik pengujian kuat tekan beton normal yang dapat dijelaskan bahwa pada umur 28 hari beton normal memiliki kuat tekan rata rata sebesar 26,04 Mpa, dan memiliki berat rata rata sebesar 12,400 Kg.

2. Variasi 0,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton

Berdasarkan hasil penelitian, hasil kuat tekan pada beton dengan variasi 0,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton yang didapat pada pengujian 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4.16 Hasil rata-rata uji kuat tekan beton variasi 0,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton (Hasil Olah Data Laboratorium Teknik Sipil 2024)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'_c (MPa)	Rata rata Kuat Tekan	Rata rata Berat
1	28	12,050	300	14,72	16,42	12,200
2	28	12,240	260	16,98		
3	28	12,310	310	17,55		



Gambar 4.3 Grafik pengujian kuat tekan variasi 0,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton (sumber: Hasil Analisis)

Pada gambar 4.3 menyajikan grafik pengujian kuat tekan variasi 0,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton yang dapat dijelaskan bahwa beton dengan

campuran 0,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton pada umur 28 hari memiliki kuat tekan rata rata sebesar 16,42 Mpa, dan memiliki berat rata rata sebesar 12,200 Kg.

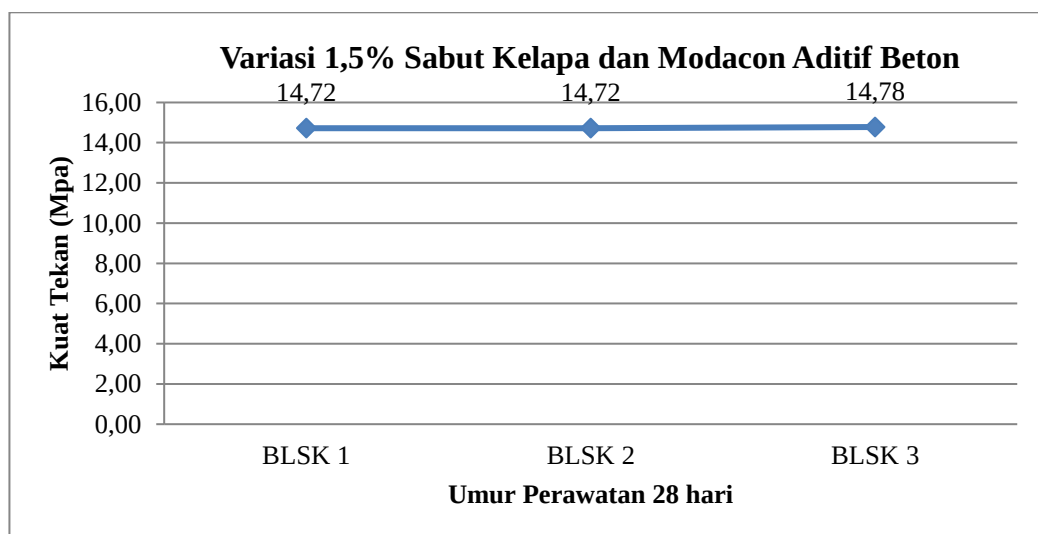
3. Variasi 1,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan pada beton dengan variasi 1,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton yang didapat pada pengujian 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4.17 Hasil rata-rata uji kuat tekan beton variasi 1,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton (Hasil Olah Data Laboratorium Teknik Sipil 2024)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'_c (MPa)	Rata rata Kuat Tekan	Rata rata Berat
1	28 hari	12,140	260	14,72	14,74	12,173
2	28 hari	12,190	260	14,72		
3	28 hari	12,190	255	14,78		

Pengujian sampel beton variasi 1,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton didapatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.4 Grafik pengujian kuat tekan variasi 1,5% sabut kelapa dan

modacon aditif beton (sumber: Hasil Analisis)

Pada gambar 4.4 menyajikan grafik pengujian kuat tekan variasi 1,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton yang dapat dijelaskan bahwa beton dengan campuran 1,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton pada umur 28 hari memiliki kuat tekan rata rata sebesar 14,72 Mpa, dan memiliki berat rata rata sebesar 12,173.

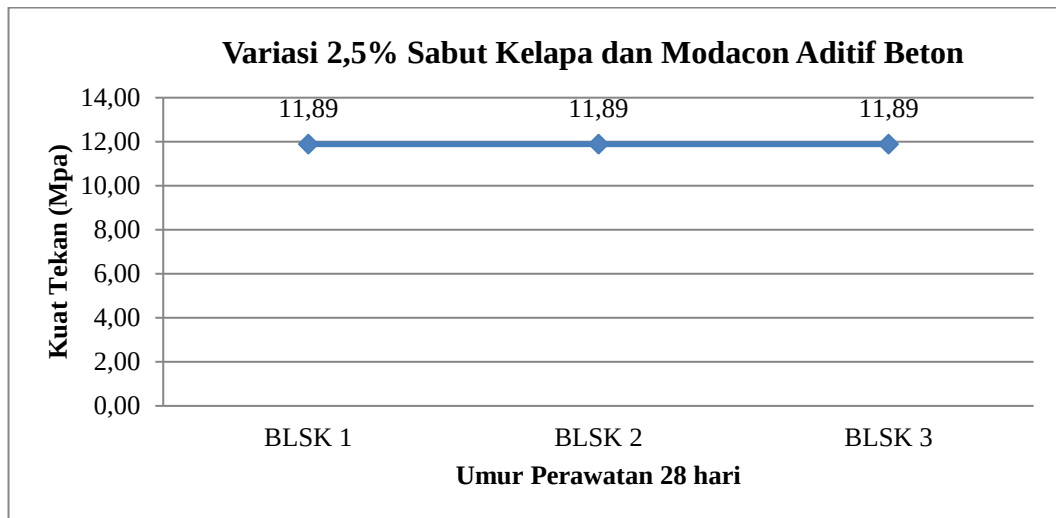
4. Variasi 2,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton

Berdasarkan hasil penelitian, hasil kuat tekan pada beton dengan variasi 2,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton yang didapat pada pengujian 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4.18 Hasil rata-rata uji kuat tekan beton variasi 2,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton (Hasil Olah Data Laboratorium Teknik Sipil 2024)

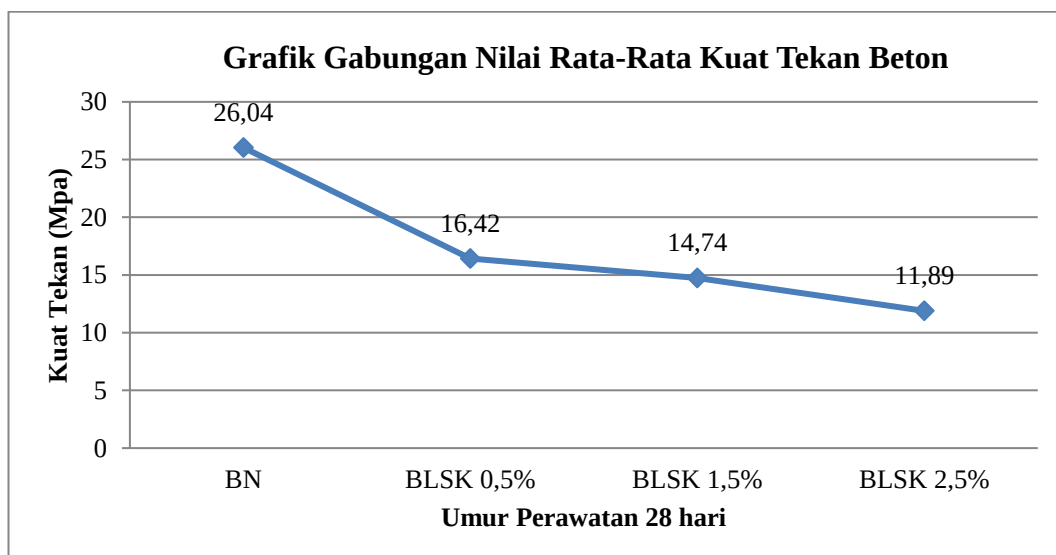
No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'_c (MPa)	Rata rata Kuat Tekan	Rata rata Berat
1	28 hari	12,030	210	11,890	11,89	11,993
2	28 hari	11,870	210	11,890		
3	28 hari	12,080	210	11,890		

Pengujian sampel beton variasi 2,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton didapatkan grafik sebagai berikut :



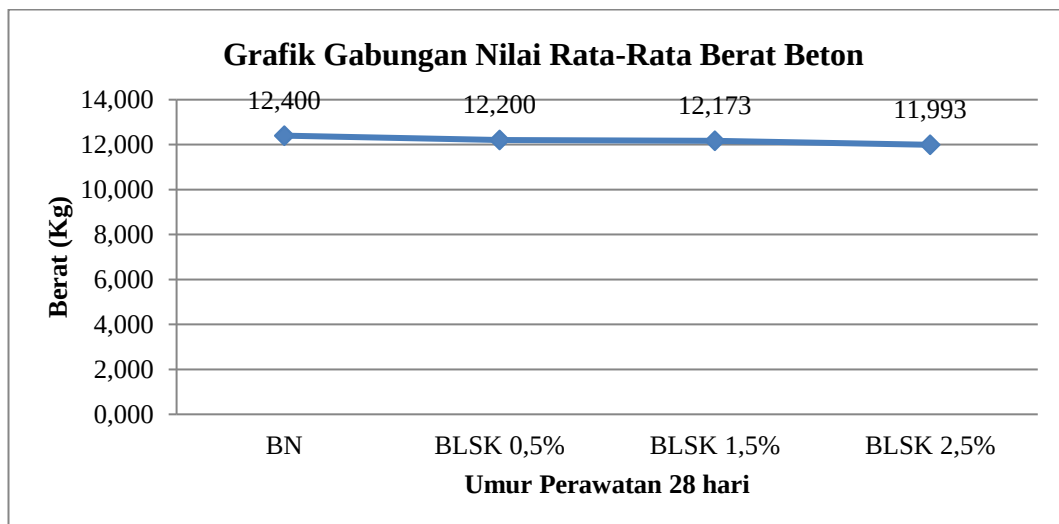
Gambar 4.5 Grafik pengujian kuat tekan variasi 2,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton (sumber: Hasil Analisis)

Pada gambar 4.5 menyajikan grafik pengujian kuat tekan variasi 2,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton yang dapat dijelaskan bahwa beton dengan campuran 2,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton pada umur 28 hari memiliki kuat tekan rata rata sebesar 11,89 Mpa, dan memiliki berat rata rata sebesar 11,993 Kg.



Gambar 4.6 Grafik gabungan nilai rata rata kuat tekan beton (sumber: Hasil Analisis)

Pada gambar 4.6 menyajikan grafik gabungan nilai rata rata kuat tekan beton yang dapat disimpulkan bahwa kuat tekan pada umur beton 28 hari dengan tambahan 0,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton didapatkan hasil kuat tekan rata rata sebesar 16,42 Mpa, sedangkan beton dengan tambahan 1,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton didapatkan hasil kuat tekan rata rata sebesar 14,74 Mpa dan pada beton dengan tambahan 2,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton didapatkan hasil rata rata sebesar 11,89 Mpa. Berdasarkan nilai rata-rata kuat tekan tersebut, beton ini cocok digunakan untuk kontruksi non struktural.



Gambar 4.7 Grafik gabungan nilai rata rata berat beton (sumber: Hasil Analisis)

Pada gambar 4.7 menyajikan grafik gabungan nilai rata rata berat beton yang dapat disimpulkan bahwa berat beton pada umur beton 28 hari dengan tambahan 0,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton didapatkan hasil berat rata rata sebesar 12,400 Kg, sedangkan beton dengan tambahan 1,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton didapatkan hasil berat rata rata sebesar 12,200 Kg dan pada beton dengan tambahan 2,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton didapatkan hasil berat rata rata sebesar 11,993 Kg.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dibahas diatas, dapat ditarik kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan sabut kelapa dengan presentase penambahan 0,5% , 1,5% dan 2,5% mengalami penurunan dari kuat tekan beton normal pada umur 28 hari mengalami penurunan kuat tekan pada penambahan sabut kelapa 0,5%, 1,5% dan 2,5% dari kuat tekan beton normal. Untuk rata rata kuat tekan beton normal pada umur 28 hari adalah 26,04 Mpa. Rata rata kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan penambahan sabut kelapa 0,5% adalah 16,42 Mpa, dengan penambahan sabut kelapa 1,5% adalah 14,74 Mpa dan pada penambahan sabut kelapa 2,5% adalah 11,89 Mpa. Hal ini di karenakan semakin banyak penambahan sabut kelapa pada campuran beton maka semakin rendah pula kekuatan beton.
2. Berdasarkan hasil penelitian perbandingan berat beton normal dengan beton yang menguunakan bahan tambah serat sabut kelapa 0,5%, 1,5% dan 2,5% dari volume beton serta penambahan modacon aditif beton sebanyak 2% dari berat semen pada umur 28 hari mengalami penurunan hal ini dikarenakan semakin banyak penambahan sabut kelapa pada campuran beton maka semakin ringan pula beton tersebut.

B. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dibahas diatas, dapat ditarik kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan memanfaatkan sabut kelapa sebagai bahan tambah pada campuran beton dengan variasi 1% sabut kelapa dan 2% sabut kelapa dengan tambahan modacon aditif beton sebesar 2%.
2. Bagi mahasiswa Universitas Muhammadiyah Parepare yang melakukan penelitian atau peneliti selanjutnya, sebaiknya kaji lebih mendalam permasalahan apa yang akan dijadikan penelitian agar lebih memahami apa yang akan dibahas melalui referensi dari penelitian terdahulu yang pembahasannya menyerupai baik itu bahan yang digunakan maupun metode penelitiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arman Hidayat, Mursalim Ninoy La Ola, Muhammad Buttomi Masgode, Al Tafakur La Ode. (2023). *Compressive Strength Of Coconut Fiber Concrete Using Sea Water As A Solvent*. Kolaka: Universitas Sembilan Belas November Kolaka.
- Andrito Ekel, Rilya Rumbayan, Merci Freki Hosang. (2022). *Pengaruh Bahan Tambah Serabut Kelapa Dan Bahan Substitusi Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton*. Kota Manado: Politeknik Negeri Manado.
- Eben Oktavianus Zai, Johan Oberlyn Simanjuntak, Eddi Panri Hutagulung. (2022). *Pengaruh Penambahan Serat Sabut Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton*. Universitas HKBP Nommonsan
- Hasbullah, Jasman. (2020). *Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton*. *JURNAL KARAJATA ENGINEERING* Vol. 2 No.1, Juni 2022, eISSN: 2775-5266
- Hendrik Septiawan Sunaryo, (2018). *Pengaruh Penambahan Coconut Fiber Pada Pembuatan Beton Dengan Copper Slag Sebagai Substitusi Pasir*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Hermansyah, Muhammad Reza Sachroudi. (2018). *Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Beton*. Sumbawa: Universitas Teknologi Sumbawa.
- Musrifin, Muhammad Abdu, Along Saputra. (2021). *Analisis Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton*. Buton: Universitas Muhammadiyah Buton.
- Muhammad Dian Ardhiansyah, Sarwidi. (2018). *Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Beton*. Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
- Nur Azizah Affandy, Agus Imam Bukhori. (2019). *Pengaruh Penambahan Abu Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton*. Lamongan: Universitas Islam Lamongan.
- Purwanto, Diah Rahmawati, Sutarno. (2021). *Penggunaan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton*. Semarang: Universitas Semarang.
- SNI 03-1968-1990, Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar, BSN

- Samsul, Mustakim, Kasmaida. (2023). *Pengaruh Ukuran Butir Agregat Kasar Terhadap Kapasitas Kuat Tekan Dan Nilai Slump Beton Porous*. *JURNAL KARAJATA ENGINEERING* Vol. 3 No. 2, Desember 2023, pp. 124-127, eISSN: 2775-5266
- SNI 03-1970-1990. Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus. Badan Standarisasi Nasional
- SNI 03-1971-1990. Metode Pengujian Kadar Air Agregat. Badan Standarisasi Nasional
- SNI 03-1974-2011, *Pengertian dan Cara Uji Kuat Tekan Beton Menggunakan Silinder*
- SNI 03-2493-1991, Metoda Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium, Badan Standar Nasional, Indonesia.
- SNI 03-2834-1993 (1993:1), *Pengertian Agregat*
- SNI 03-4142-1996. Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 MM). Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-4804-1998. 1998. Berat Isi Agregat Kasar dan Agregat Halus.
- SNI 03-691-1996. Pengujian Kuat Tekan Beton.
- SNI 15 2049 2004 Semen portland
- SNI 15-2049-2004, *Pengertian Semen Portland*
- SNI 1969-2008. Berat Jenis
- SNI 2417, 2008. Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan mesin Abrasi Los Angeles, Bandung
- Sorace, Antonella. "Gradients in auxiliary selection with intransitive verbs." *Language* (2000): 859-890.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-1993:1), *Pengertian Beton*
- Wahyudi, Firman. *Karakteristik Agregat Campuran Beton di Kabupaten Sumenep Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)*. Diss. Universitas Wiraraja, 2017.