

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).

Sekam padi merupakan hasil samping dari proses pecah kulit dari rangkaian proses penggilingan padi dengan rendemen sekitar 20% yang belum banyak dimanfaatkan menjadi produk bernilai ekonomi tinggi. Tujuan dari penelitian in

adalah untuk mengidentifikasi sekam dari berbagai varietas padi untuk mengetahui potensi peningkatan nilai tambah sebagai bahan baku pembuatan nano silica dalam rangka mendukung bioindustri padi berkelanjutan (Adiandri, Nugraha, and Hidayah 2017).

Penanganan sekam padi dalam jumlah besar yang kurang tepat akan menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan. Oleh karena itu pemanfaatan sekam sebagai hasil samping penggilingan padi menjadi suatu produk bernilai ekonomi tinggi sangat penting untuk dikembangkan. Sekam padi merupakan bahan berligno-selulosa seperti biomassa lainnya namun mengandung silica yang tinggi. Kandungan kimia sekam padi terdiri atas 50% selulosa, 25–30% lignin, dan 15–20% silica (Ismail and Waliuddin,1996).

Indonesia merupakan negara agraris penghasil beras di Asia Tenggara. Berdasarkan hal tersebut banyak sekali limbah padi yang di hasilkan, yaitu berupa sekam dan Jerami padi (Sutrisno, A. E., Kartikasari D, 2017: 63-64). Sekam padi merupakan limbah pertanian melimpah yang jarang dimanfaatkan masyarakat sebagai bahan tambahan pembuatan beton.

pada tahun 2023, luas panen padi Kabupaten Pinrang mencapai sekitar 77,79 ribu hektar Sementara itu, produksi padi tahun 2023 yaitu sebesar 454,77 ribu ton GKG. Sangat disayangkan apabila limbah sekam padi sebanyak itu tidak bisa dimanfaatkan secara maksimal.

Untuk lebih mengefisienkan bahan yang tidak terpakai atau limbah sebagai penyediaan bahan bangunan maka digunakan limbah sekam padi sebagai bahan tambah dari bahan bangunan yang sudah ada sebelumnya dan bisa dipakai.

Penggunaan limbah sekam padi untuk campuran beton juga dapat mengurangi efek pencemaran lingkungan di daerah persawahan. Pemilihan sekam padi sebagai serat dikarenakan bahan ini mudah didapat dan mempunyai nilai ekonomis. Selain itu, penelitian ini akan menggunakan bahan tambah kimia modacon aditif.

Modacon Aditif Beton Pengeras 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.

Berdasarkan dari latar belakang di atas penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi 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 abu sekam padi 0,5%, 1,5%, dan 2,5% dari volume beton serta penambahan modacon additif 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 abu sekam padi 0,5%, 1,5%, dan 2,5% dari volume beton serta penambahan modacon additif beton sebanyak 2% dari berat semen pada umur 28 hari?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi 0,5%, 1,5%, dan 2,5% dari volume beton serta penambahan modacon additif 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 abu sekam padi 0,5%, 1,5%, dan 2,5% dari volume beton serta penambahan modacon additif 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 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 abu sekam padi dan *modacon aditif beton*.
6. Menggunakan metode SNI 03-2834-2000 perencanaan campuran (*Mix*

Design).

7. Campuran beton dicetak berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm.
8. Variasi yang digunakan sebesar 0% 0,5%, 1,5% dan 2,5%.

Penguajian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dilakukan penulis yaitu :

1. Memanfaatkan sekam padi 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 peneletian, 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 hidraulik 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 tumer 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*. Diindonesia 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 diindonesia.

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 dibostom, 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, umpannya 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,

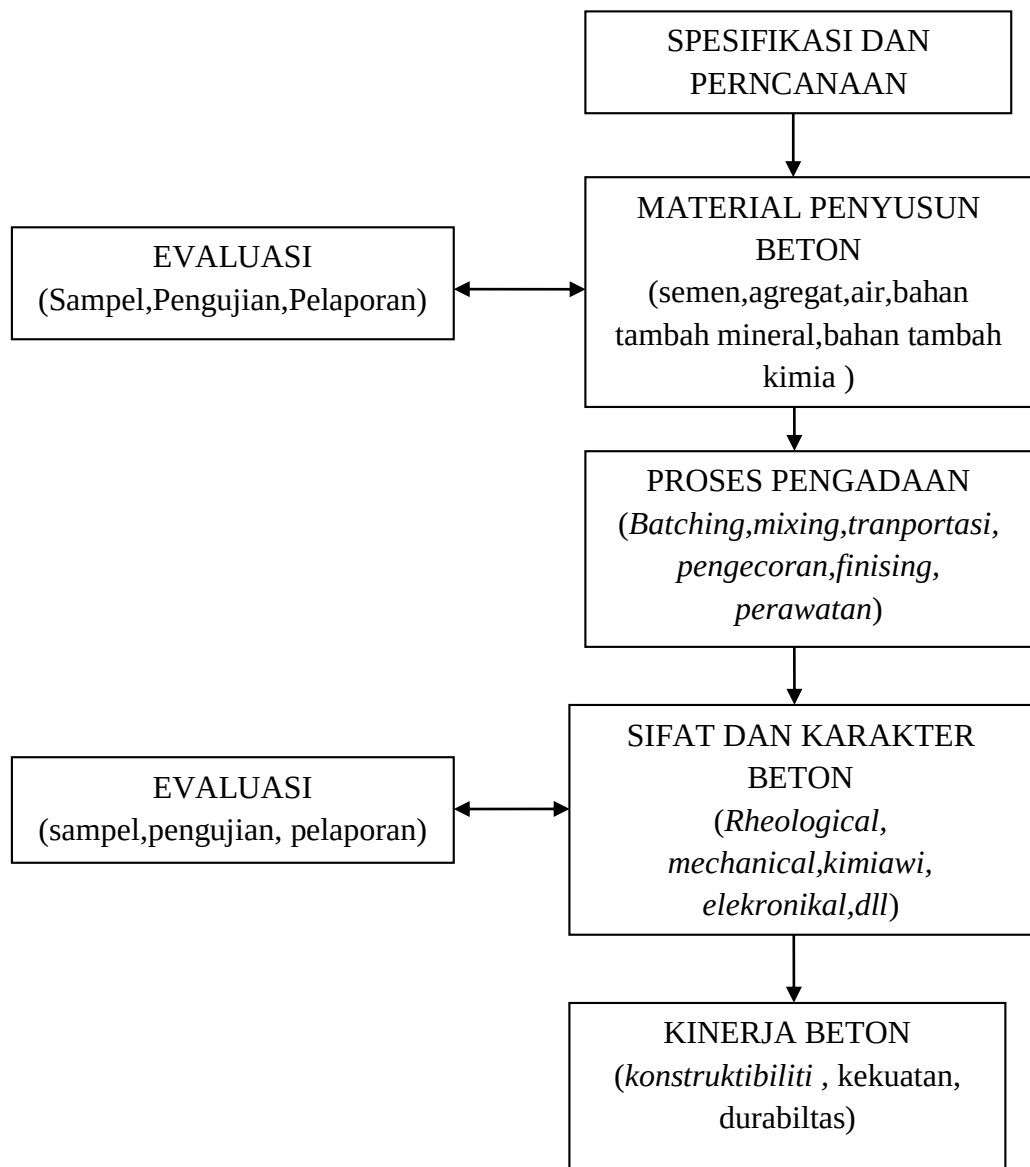
kelangsungan proses pengadaan beton dalam proses produksinya juga menjadi salah satu hal yang dipertimbangkan.

Sifat-sifat dan karakteristik 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 concrete-making materials*):

- a) Memenuhi kriteria konstruksi 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 hidrasi. 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 :

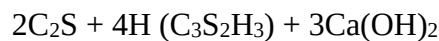
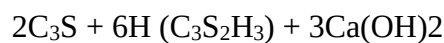
- 1) Pengikatan awal (*Initial Time*), adalah waktu dari pencampuran semen dan air sampai kehilangan sifat keplastisannya
- 2) Pengikatan akhir adalah waktu dari pencampuran semen dan air sampai mencapai pastanya menjadi massa yang keras.

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.



Gambar 2. 2 Agregat Kasar
Sumber: (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 lecah. 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. Abu Sekam Padi

Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi kariopsis yang terdiri dari dua belahan yang disebut lemma dan palea yang saling bertautan. Pada proses penggilingan beras sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar. Abu sekam padi adalah limbah industri yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi dan terdiri dari partikel yang halus. Abu sekam padi termasuk material yang disebut dengan pozzolanic karena abu sekam padi mengandung bahan-bahan pozzolan, berarti abu tersebut dapat bereaksi dengan kapur pada suhu kamar dengan media air membentuk senyawa yang bersifat mengikat. Dengan adanya sifat pozzolan tersebut abu sekam padi mempunyai prospek untuk digunakan untuk berbagai keperluan konstruksi.

Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30%, dedak antara 8-12% dan beras giling antara 50-63,5% data bobot awal gabah. Sekam dengan persentase yang tinggi tersebut dapat menimbulkan problem lingkungan. Sekam padi dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan yaitu:

1. sebagai bahan baku pada industri kimia, terutama kandungan zat kimia furfural yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai industri kimia.

2. sebagai bahan baku pada industri bahan bangunan, terutama kandungan silika (SiO) yang dapat digunakan untuk campuran pada pembuatan semen portland, bahan isolasi, husk-board dan campuran pada industry bata merah.



Gambar 2. 3 Abu sekam padi
Sumber: (dokumentasi pribadi)

f. Modacon Aditif Beton

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. 4 Modacon Aditif Beton
Sumber: (Dokumentasi pribadi)

g. Slump test

Pengujian slump dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan kedalam wadah kerucut terpancung. Pengisian dilakukan dalam tiga lapisan adalah 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.

h. 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 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).

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

Keterangan:

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

P : Beban yang bekerja (kg)

A : Luas penampang benda (cm^2)



Gambar 2. 5 Pengujian kuat tekan pada beton

Sumber: (Dokumentasi pribadi)

B. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

1. Penelitian yang dilakukan oleh Rio Ricardo Tambunan pada tahun (2023). Dengan judul “Pengaruh Penambahan Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton”. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah sekam padi yang tidak termanfaatkan lagi ,maka dari itu saya menggunakan sekam padi sebagai bahan tambah dan pengganti pasir dalam benda uji beton dangan menggunakan bentuk uji silinder untuk mengetahui seberapa kuat tekan beton yang menggunakan sekam padi. Dalam Penelitian ini saya menggunakan metode uji kuat tekan beton pengerjaan dengan masing-masing variasi sebesar 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % dan 30 %.
2. Sari Utami Dewi *et al* (2024) yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi terhadap Kuat Tekan Beton K-175” Penelitian ini bertujuan untuk

memanfaatkan limbah sekam padi yang tidak termanfaatkan lagi, maka dari itu saya menggunakan sekam padi sebagai bahan tambah dan pengganti semen dalam benda uji beton dengan menggunakan bentuk uji kubus untuk mengetahui seberapa kuat tekan beton yang menggunakan sekam padi. Penelitian ini menggunakan metode pengujian laboratorium kuat tekan beton dengan variasi sebesar 0%, 5,5%, 7,5%, dan 10%. Untuk pengujian kuat tekan ini digunakan benda uji kubus dengan diameter 15 cm x 15 cm x 15 cm dengan umur pengujian pada 7 dan 28 hari. Kesimpulan yang didapatkan dari pengujian ini yaitu campuran bahan tambah sekam padi tidak dapat digunakan, dikarenakan sifat sekam padi yang dapat menyerap air, walaupun sekam padi mempunyai sumber silica yang besar. Dari hasil pengujian didapatkan data yaitu untuk campuran dengan variasi 0% kuat tekan beton sebesar 19,46 kg/cm², variasi penambahan abu sekam padi 5,5% nilai kuat tekan beton sebesar 14,67 kg/cm², 7,5% nilai kuat tekan beton sebesar 14,47 kg/cm² dan 10% nilai kuat tekan beton sebesar 12,49 kg/cm². Dari hasil tersebut diketahui bahan campuran beton dengan penambahan abu sekam padi tidak menambah nilai kuat tekan, bahkan mengalami penurunan yang cukup signifikan.

3. Muhammad farhan *et al* (2023) yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi sebagai Bahan Tambahan Terhadap Kuat Tekan Beton”. Penelitian dilakukan dengan penambahan limbah abu sekam padi yang berasal dari Kabupaten Kerinci sebagai upaya pemanfaatan limbah yang menumpuk. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana penggunaan abu sekam padi sebagai bahan tambahan dapat mempengaruhi

nilai kuat tekan beton. Sampel yang digunakan berupa beton berbentuk silinder dengan mutu-rencana beton f_c' 20 MPa. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen. Hasil dari penelitian dengan variasi penambahan abu-sekam padi pada beton sebanyak 0%, 6%, 8%, 10%, dan 12% terhadap berat semen memperoleh nilai kuat tekan optimum sebesar 29,32 MPa. Pengujian di laboratorium terhadap kuat tekan beton membuktikan bahwa nilai kuat tekan beton mengalami peningkatan secara linear pada penambahan 6%, 8%, dan 10% abu sekam padi.

4. Fany Hasbhi Noerangga *et al* (2023) dengan judul “Pengaruh Komposisi Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton” Tujuan penelitian ini adalah untuk menyajikan hasil penelitian yang mengeksplorasi pengaruh komposisi abu sekam padi terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis seberapa efektif abu sekam padi sebagai bahan pengganti dalam campuran beton, serta mengetahui pengaruh variasi persentase abu sekam padi (0%, 5%, 10%, dan 15%) terhadap kuat tekan beton. Selain itu, penelitian ini memberikan informasi mengenai potensi penggunaan abu sekam padi sebagai alternatif ramah lingkungan dalam industri konstruksi, serta menyusun rekomendasi untuk penggunaannya guna meningkatkan keberlanjutan dan kualitas beton. Dengan demikian, penelitian ini berupaya mengisi kekurangan dalam literatur yang ada mengenai penggunaan abu sekam padi dalam konstruksi.
5. Abdul Fattah *et al* (2023) dengan judul “Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton” Tujuan dari penelitian ini

adalah untuk mengetahui pengaruh abu sekam padi terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton, dan perbandingan kuat tekan dan kuat lentur beton. Prosedur pelaksanaan penelitian adalah mula-mula dilakukan pengujian Karakteristik pada agregat halus dan agregat kasar. Selanjutnya membuat mix design f'_c 20, dan membuat benda uji silinder ukuran 10 x 20 cm dan benda uji balok dengan ukuran 10 x 10 x 40 cm. Pada penelitian ini dibuat 3 varian yaitu pertama dibuat campuran beton dengan abu sekam padi 5% (BASP-5), selanjutnya BASP-10, dan BASP-20. Perawatan benda uji dengan cara direndam dalam air (perawatan/curing). Selanjutnya melakukan proses pengujian kuat tekan beton dan kuat lentur balok beton. Hasil uji tekan silinder diperoleh bahwa campuran beton dengan abu sekam padi 5% (BASP-5) dapat digunakan, sedangkan BASP-10 dan BASP-20 tidak dapat digunakan.

6. Luthfi Chandra Amarullah *et al* (2021) dengan judul “Analisis Pengaruh Limbah Grc (Glassfibre Reinforcedcement) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti sebagian Material Beton Terhadap Kuat Tekan Beton”. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dan perbandingan biaya produksi beton konvensional ataupun beton inovasi dengan tambahan limbah GRC, dan abu sekam yang sudah dipresentasikan sebagai pengganti agregat maupun semen dengan nilai f'_c 32,25 Mpa. Adapun presentase campurannya limbah GRC sebanyak 7% dari agregat kasar, dan abu sekam sebanyak 3% dari semen. Dengan metode penelitian eksperimen dan direncanakan sesuai SNI 03-2834-2000 dengan f'_c 32,35 Mpa. Pengujian beton dilakukan pada umur 7 hari lalu dikonversikan menjadi umur 28 hari.

Hasil kuat tekan yang didapatkan pada umur 7 hari sebesar 24,77 Mpa, dengan konversi umur 28 hari sebesar 38,2 Mpa dan perbandingan harga beton inovasi lebih hemat sebanyak Rp 24.542,4 untuk setiap m³ beton.

7. Asrul Mulyadi *et al* (2021) dengan judul penelitian “Analisis Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Sebagai Pengisi Dalam Campuran Mutu Beton K.250” Penelitian dan pengujian beton ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton dan memanfaatkan limbah abu sekam padi dan agregat halus (pasir) dari sungai musi, sedangkan agregat kasar dari lahat. Pada penelitian ini beda uji dicetak dengan menggunakan kubus baja ukuran 15cm x 15cm x 15cm dan direndam, masing-masing umur perendaman yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari dengan pengujian kuat tekan beton. Pada campuran beton K.250 tersebut dibuat campuran abu sekam padi yang bervariasi yaitu dengan campuran abu sekam padi 0% (beton normal), campuran abu sekam padi 2%, campuran abu sekam padi 7,5% dan campuran abu sekam padi 15%. Beton yang mencapai umur 28 hari karena pada umur ini menurut PBI 1974, kekuatan beton telah mencapai 100%. Dari evaluasi hasil uji kuat tekan yaitu pada beton normal dengan umur rendaman 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 237,01 kg/cm², pada campuran abu sekam padi 5% dengan umur rendaman 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 225,69 kg/cm², pada campuran abu sekam padi 7,5% dengan umur rendaman 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 212,86 kg/cm², dan campuran abu sekam padi 15% dengan umur rendaman 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 191,72 kg/cm². Dari hasil evaluasi kuat tekan beton yang mengandung campuran tambahan abu sekam padi sebesar

0%, 2%, 7,5% dan 15% tidak mempunyai kuat tekan yang melebihi dari beton K.250.

8. Heru Sugianto *et al* (2020) dalam penelitian yang berjudul “Pengaruh Penambahan Limbah Sekam Padi Dan Serbuk Gypsum Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton” Dalam penelitian ini sekam padi dimanfaatkan sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton. Bentuk pipih pada sekam padi mengakibatkan tidak adanya ikatan antara sekam padi dengan agregat lain yang mengakibatkan sekam padi menyusut pada saat beton belum mengeras. Serbuk gypsum merupakan bahan tambah alternatif selanjutnya yang digunakan dalam penelitian ini. Kandungan kalsium sulfat yang terkandung didalam serbuk gypsum dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan proses hidrasi beton yang mengakibatkan beton akan cepat mengeras dan dapat meminimalisir terjadinya susut pada beton. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa campuran beton dengan penggunaan bahan tambah limbah sekam padi dan serbuk gypsum ini memenuhi kuat rencana beton yang disyaratkan $f'_c = 20\text{MPa}$, akan tetapi tidak memenuhi kuat tekan rata-rata yang direncanakan $f'_{cr} = 27\text{MPa}$.
9. Fadlan Naufan Faturahman *et al* (2023) yang berjudul “Pengaruh Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Penggantisepagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton” Tujuan penelitian ini adalah untuk memanfaatkan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton, serta untuk mengevaluasi pengaruh variasi persentase abu sekam padi (0%, 6%, dan 10%) terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah

penggunaan abu sekam padi dapat meningkatkan kinerja material beton dan mengurangi konsumsi semen, sambil tetap mempertahankan kualitas beton yang optimal.

10. Eritia agustia *et al* (2023) yang berjudul “Analisis Kuat Tekan Pada Campuran Betondengan Bahan Tambahan Abu Sekam Padipemanfaatan Limbah Padi) Di Jalan Universitas Mathla’ul Anwar” Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana variasi persentase abu sekam padi (10%, 15%, dan 20%) dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton yang dihasilkan, dengan harapan dapat menghasilkan komposisi beton yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian abu sekam padi adalah hasil pembakaran sekam padi (kulit luar butir padi) yang mengandung silika tinggi dan memiliki berbagai manfaat di bidang konstruksi, lingkungan, pertanian, dan energi. Dan penelitian 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. Penelitian ini memanfaatkan limbah sekam padi yang melalui pembakaran untuk menghasilkan abu sekam padi. Kemudian data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian 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 Desember 2024-Februari 2025. Adapun alokasi waktu untuk setiap tahapan penelitian diuraikan dalam *time schedule* sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Jadwal pelaksanaan penelitian

NO	JENIS KEGIATAN	Alokasi waktu											
		Januari 2025				Februari 2025				Maret 2025			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur												
2	Persiapan laboratorium												
3	Pengujian bahan dasar												
4	Pembuatan benda uji												
5	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 dan balok dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm.

k) Batang baja

Batang baja digunakan untuk memadatkan adukan beton.

l) Mesin uji tekan

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

m) Mesin uji tarik belah

Mesin uji tarik belah digunakan untuk menguji kuat tarik belah beton.

n) 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) Jerami

Jerami yang digunakan untuk bahan tambah dalam pencampuran benda uji berasal dari Desa Botto, Kabupaten Sidenreng Rappang.

D. Prosedur dan Perencanaan Penelitian

1. Tahap Pemeriksaan

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

a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

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

- 1) Agregat di timbang dengan berat yang telah ditentukan (pasir seberat 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.

b. Pemeriksaan kadar organik agregat halus

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

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

c. Pemeriksaan keausan agregat kasar

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

- 1) Kerikil 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.

d. Pemeriksaan kadar air agregat

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

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

e. Pemeriksaan kadar lumpur agregat

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

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

2. Tahap pembuatan benda uji

- a. Pemeriksaan material campuran beton
 - 1) Timbang material campuran beton, yaitu semen, agregat (halus dan kasar), dan air sesuai dengan berat yang telah ditentukan dalam rancangan campuran beton.
 - 2) Mempersiapkan peralatan-peralatan yang dibutuhkan dalam pencampuran beton.
- b. Pencampuran beton
 - 1) Masukkan air kedalam mesin sebanyak 80% dari yang telah ditentukan kemudian masukkan juga agregat dan semen.
 - 2) Masukkan sedikit demi sedikit sisa air yang tadi kedalam mesin yang berputar dengan tidak kurang dari 3 menit sampai airnya habis.
- 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.
- e. Pembuatan benda uji kuat lentur beton
- 1) Campurkan beton segar dimasukkan kedalam cetakan balok dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm yang sebelumnya telah diberi minyak pelumas pada bagian dalam.
 - 2) Cetakan diisi dengan campuran beton segar secara merata dan cetakan penuh.
 - 3) Kemudian bagian atas permukaan campuran beton diratakan di bagian atas cetakan dengan penggunaan 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.

3. Tahap pengujian

- a. Kuat tekan beton

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

7, 14, dan 28 hari.

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

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

b. Kuat lentur beton

Pengujian kuat lentur pada beton bertujuan untuk mengetahui berapa besar kemampuan kuat lentur balok beton bertulang serta mengetahui parameter kuat lentur dari pengujian laboratorium. Pada pengujian kuat lentur beton, langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Benda uji terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.
- 2) Benda uji diletakkan pada tumpuan dimana jarak tumpuan dari ujung tepi balok maksimal 7,5 cm.

- 3) Blok beban diturunkan perlahan-lahan sampai menempel pada bidang atas balok, dan memberikan beban sebesar 3% sampai 6% beban maksimum yang diperkirakan dapat dicapai.
- 4) Kecepatan pembebanan harus kontinu tanpa menimbulkan efek kejutan dan memenuhi ketentuan sebagai berikut:
 - a) Pada pembebanan sampai mencapai $\pm 50\%$ dari beban maksimum yang diperkirakan, kecepatan pembebanan boleh lebih cepat dari 6 kN.
 - b) Sesudah itu, sampai terjadi keruntuhan balok uji, kecepatan pembebanan harus diatur antara 4,3 kN sampai 6 kN per menit.
- 5) Pengukuran lebar dan tinggi penampang adalah lebar rata-rata dan tinggi rata-rata minimum dari tiga kali pengukuran.

Jumlah sampel untuk semua variasi campuran beton yang direncanakan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 30 buah. Setiap variasi campuran akan dilakukan pengujian kuat tekan beton.

Tabel 3. 2 Jumlah perkiraan benda uji kuat tekan

Jenis Sampel	Kuat Tekan 28 Hari	Jumlah Sampel
Beton normal	3	3
Beton dengan campuran abu sekam padi 0,5%+Modacon aditif 2%	3	3
Beton dengan campuran abu sekam padi 1,5%+Modacon aditif 2%	3	3
Beton dengan campuran abu sekam padi 2,5%+Modacon aditif 2%	3	3
Total benda uji		12

E. 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 dan lenturnya, apakah layak untuk digunakan.

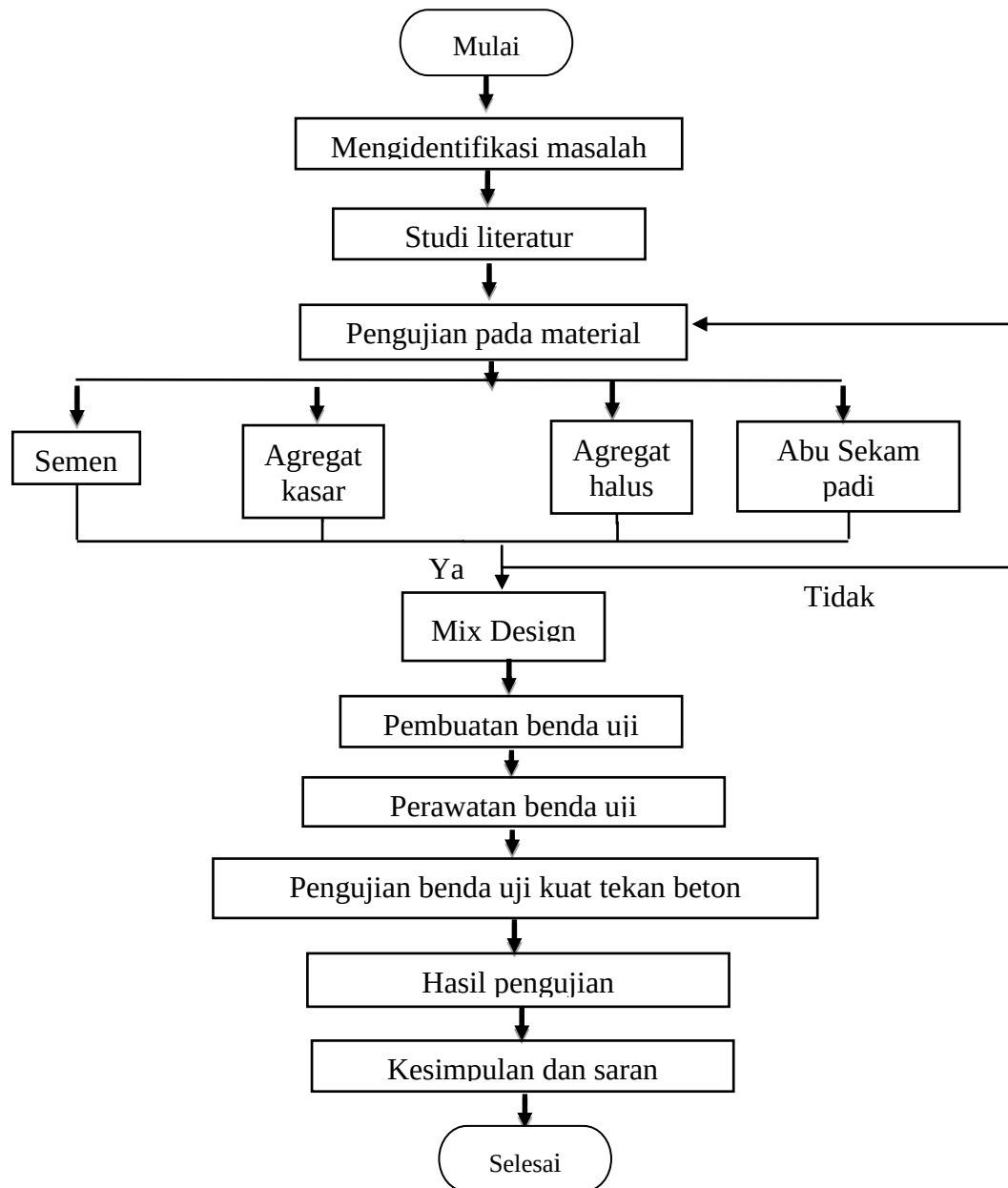
F. Teknik Analisis Data

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 mencari tahu apakah bahan yang digunakan untuk membentuk beton dalam penelitian ini memiliki nilai sesuai dengan persyaratan standar yang telah didirikan.

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 setiap grafik usia beton.

G. Diagram Alir Penelitian**Gambar 3. 1** Diagram alir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dilakukan terhadap agregat kasar 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 pengolahan data)

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata	Keterangan
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	3.8%	2.6%	3.20%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	No. 2	No. 2	No. 2	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	3.95%	2.46%	3.20%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.41	1.42	1.41	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1.52	1.53	1.52	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1.94%	1.52%	1.73%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2.52	2.56	2.54	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.40	2.46	2.43	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.45	2.50	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 3,20%, 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 3,20%, 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 1,41 sedangkan pengujian berat volume agregat halus kondisi padat yaitu 1,52, 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 1,73%, 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 2,43 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 pengolahan data)

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%	18.7%	16.9%	17.8%	Memenuhi

3	Kadar air	0,5% - 2%	1.42%	1.94%	1.68%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1.60	1.60	1.60	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1.67	1.66	1.66	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	1.48%	1.63%	1.55%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2.55	2.56	2.56	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.46	2.46	2.46	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.50	2.50	2.50	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 Angeless* diatas didapatkan hasil 17,8% 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 1,68% 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 1,60 sedangkan pada pengujian berat volume padat didapatkan hasil 1,66 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 1,55% 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 2,56. Berat jenis kering didapatkan nilai sebesar 2,46. Dan untuk berat jenis kering permukaan didapatkan hasil pengujian sebesar 2,50 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

Slump = 75 – 100 mm

Ukuran agregat maksimum = 20

Berat kering oven agregat kasar = 1.663

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 = 2.50

Penyerapan air agregat halus = 1.73%

Penyerapan air agregat kasar = 0,55%

Kadar Air agregat halus = 3,20%

Kadar Air agregat kasar = 1,68%

Berat jenis = 2.03

Kuat dasar rencana dengan rumus :

$$R_r = F_c \times g$$

$$= 25 \times 9,81$$

$$= 245,250 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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

$$= 1,64 \times 60$$

$$= 98,4 \text{ Kg/cm}^2$$

2. Kuat beton rencana (f_{cr})

Dengan rumus:

$$f_{cr} = \frac{f_{cr}}{g}$$

$$= \frac{343,65}{9,81}$$

$$= 35,03 \text{ Mpa}$$

Keterangan:

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 paparan 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:

$$X = X_1 + \frac{(Y - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)} (X_2 - X_1)$$

Diketahui:

$$X = ? \quad Y = 20$$

$$X_1 = 193 \quad Y_1 = 25$$

$$X_2 = 205 \quad Y_2 = 19$$

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

2. Kadar udara

Dengan Rumus:

$$X = X_1 + \frac{(Y - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)} (X_2 - X_1)$$

Diketahui:

$$X = ? \quad Y = 20$$

$$X_1 = 1,5 \% \quad Y_1 = 25$$

$$X_2 = 2 \% \quad Y_2 = 19$$

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

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:

$$X = ? \quad Y = 35.03$$

$$X1 = 0,42 \quad Y1 = 40$$

$$X2 = 0,47 \quad Y2 = 35$$

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

4. Berat semen tiap 1 m³ beton

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

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

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

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

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

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

Keterangan:

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:

$$X = ? \quad Y = 20$$

$$X_1 = 0,62 \quad Y_1 = 19$$

$$X_2 = 0,67 \quad Y_2 = 25$$

Dengan Rumus :

$$X = X_1 + \frac{(Y - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)} (X_2 - X_1)$$

$$\begin{aligned} x (\text{kerikil A}) &= 0,62 + \frac{(20 - 19)}{25 - 19} (0,67 - 0,62) \\ &= 0,628 \text{ Kg} \end{aligned}$$

b. Kerikil B

Diketahui:

$$X = ? \quad Y = 20$$

$$X_1 = 0,60 \quad Y_1 = 19$$

$$X_2 = 0,65 \quad Y_2 = 25$$

Dengan Rumus :

$$X = X_1 + \frac{(Y - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)} (X_2 - X_1)$$

$$\begin{aligned} x (\text{kerikil B}) &= 0,60 + \frac{(20 - 19)}{25 - 19} (0,65 - 0,60) \\ &= 0,608 \text{ Kg} \end{aligned}$$

c. Kerikil A dan B

Diketahui:

$$X = ? \quad Y = 3,20$$

$$X_1 = 0,608 \quad Y_1 = 3,00$$

$$X_2 = 0,620 \quad Y_2 = 2,80$$

Dengan Rumus:

$$X = X_1 + \frac{(Y - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)} (X_2 - X_1)$$

$$\begin{aligned}
 x \text{ (kerikil AB)} &= 0,608 + \frac{(3,20 - 3,0)}{2,80 - 3,0} (0,620 - 0,608) \\
 &= 0,597 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

6. Berat absolute pasir tiap 1 m³ beton

Volume Air = 203 kg

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Jenis Air}} \\
 &= \frac{203 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} \\
 &= 0,203 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Volume semen = 432,20 kg

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Berat semen}}{\text{Berat Jenis Semen} \times 1000} \\
 &= \frac{432,20}{3,08 \times 1000} \\
 &= 0,140 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Volume absolute Agregat Kasar = 1016,826 kg

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Berat Agregat kasar}}{\text{Berat Jenis Agregat kasar} \times 1000} \\
 &= \frac{1016,826}{2,75 \times 1000} \\
 &= 0,395 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Volume udara terperangkap = 1,9%

$$\begin{aligned}
 &= 1 \text{ m}^3 \times 1,9\% \\
 &= 0,019 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Jumlah volume padat selain agregat Halus

$$\begin{aligned}
 V_{\text{tot}} &= \text{Volume air} + \text{volume semen} + \text{volume agregat kasar} + \text{volume udara} \\
 &= 0,203 + 0,140 + 0,395 + 0,019
 \end{aligned}$$

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

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

$$= 1 - 0,758$$

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

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

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

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

7. Perkiraan berat pasir tiap 1 m³ beton

Tabel 4. 7 Perkiraan awal berat beton (Hasil pengolahan data)

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m ³	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tanbahan 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:

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

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

$$\text{Agregat kasar} = 1017 \quad +$$

$$\text{Jumlah} = 1652,02$$

$$\text{Maka berat agregat halus adalah} = 2350 - 1652,02$$

$$= 698 \text{ kg}$$

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 :

$$\text{Agregat kasar} = 1,68\%$$

$$\text{Agregat halus} = 3,20\%$$

Sehingga berat (massa) penyesuaian berdasarkan kadar air adalah

$$\text{Agregat kasar (Basah)} = \text{Agregat kasar (Basah)} \times \text{Kadar air agregat kasar}$$

$$= 1016,826 \times 1,68\%$$

$$= 17,066 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat halus (Basah)} = \text{Agregat halus (Basah)} \times \text{Kadar air agregat halus}$$

$$= 697,977 \times 3,20\%$$

$$= 22,367 \text{ kg}$$

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

$$\text{Air yang diberikan Agregat kasar} = \text{Penyerapan air Agregat kasar} \times \text{Agregat}$$

$$\text{kasar (Basah)}$$

$$= 1,73\% \times 1016,826$$

$$= 17,589$$

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

$$\text{halus (Basah)}$$

$$= 1,55\% \times 697,977$$

$$= 10,845$$

Dengan demikian kebutuhan air yang ditambahkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Air}_{\text{koreksi}} &= \text{Air} - \text{Total berat massa} + \text{Total penyerapan air} \\ &= 203,0 - 39,433 + 28,435 \\ &= 192,002 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Maka perkiraan 1 m³ beton adalah sebagai berikut

$$\begin{array}{ll} \text{Air (Yang ditambahkan)} & = 192,002 \text{ Kg} \\ \text{Semen} & = 408,780 \text{ Kg} \\ \text{Agregat Kasar} & = 1016,303 \text{ Kg} \\ \text{Agregat Halus} & = 709,499 \text{ Kg} \quad + \\ \hline \text{Jumlah} & = 2326,584 \text{ Kg} \end{array}$$

9. Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m³ beton

Tabel 4. 8 Perkiraan awal berat beton (Hasil Pengolahan data)

Kebutuhan Campuran Beton	Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg)	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
Air (berat bersih)	192	203,0	203,0
Semen	408,8	432,2	432,2
Agregat Kasar (kering)	1016,3	1016,8	1016,8
Agregat Halus (kering)	709,5	698,0	569,5

10. Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Silinder Beton :

kebutuhan beton 1 silinder

$$\text{Diameter (d)} = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (h)} = 0.30 \text{ m}$$

$$\text{Jari-jari } (\pi) = 3,14 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 silinder} &= \frac{1}{4} \pi d^2 h \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,30 \\
 &= 0,0053 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total silinder} &= \text{Volume 1 silinder} \times \text{Jumlah beton silinder} \\
 &= 0,0053 \text{ m}^3 \times 12 \\
 &= 0,0636 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

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 %.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tambahan} &= \text{Volume 3 silinder} \times 15 \% \\
 &= 0,0636 \text{ m}^3 \times 15 \% \\
 &= 0,0095 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total} &= \text{Volume total silinder} + \text{Volume tambahan} \\
 &= 0,0636 \text{ m}^3 + 0,0095 \text{ m}^3 \\
 &= 0,0732 \text{ m}^3.
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 9 Kebutuhan bahan untuk 3 silinder beton (Hasil Pengolahan data)

Jenis Bahan	Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg)	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
W semen	29.91 kg	31.62 kg	31.62 kg
W pasir	51.91 kg	51.06 kg	41.67 kg
W kerikil	74.35 kg	74.39 kg	74.39 kg
W air	14.05 kg	14.85 kg	14.85 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%

$$\begin{aligned}\text{Volume tambahan} &= \text{Volume 1 silinder} \times 15\% \\ &= 0.00530144 \text{ m}^3 \times 15\% \\ &= 0.0024 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume total 1 silinder} &= \text{Volume 1 silinder} + \text{Volume tambahan} \\ &= 0.0053 \text{ m}^3 + 0.0024 \text{ m}^3 \\ &= 0.0159 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Tabel 4. 10 Kebutuhan bahan untuk beton normal (Hasil pengolahan data)

Jenis Bahan	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 3 selinder
W semen	432.20 kg	2.63 kg	7.90 kg
W pasir	569.53 kg	3.47 kg	10.42 kg
W kerikil	1016.83 kg	6.20 kg	18.60 kg
W air	203.00 kg	1.24 kg	3.71 kg

b. Untuk variasi abu sekam padi 0,5%

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

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

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

$$\text{Berat abu sekam} = \text{Volume abu sekam padi} \times \text{BV.abu sekam padi}$$

$$= 0.005 \text{ m}^3 \times 0,001$$

$$= 1,977 \text{ kg}$$

$$\text{Berat superplasticizer} = \text{Berat semen} \times 2\%$$

$$= 432,20 \text{ m}^3 \times 2\%$$

$$= 8,644 \text{ kg}$$

Tabel 4. 11 Kebutuhan bahan untuk variasi 0,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton (Hasil pengolahan data)

Jenis Bahan	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 3 selinder
W semen	432.20 kg	2.63 kg	7.90 kg
W pasir	569.53 kg	3.47 kg	10.42 kg
W kerikil	1016.83 kg	6.20 kg	18.60 kg
W ASP	1.98 kg	0.012 kg	0.036 kg
W air	203.00 kg	1.24 kg	3.71 kg
W Superplasticizer	8.64 kg	0.05 kg	0.16 kg

c. Untuk variasi abu sekam padi 1,5%

$$\text{Volume ASP 1,5\%} = V. \text{ semen} \times 1,5\%$$

$$= 0,195 \times 1,5\%$$

$$= 0.003 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat abu sekam} = \text{Volume ASP} \times \text{BJ. ASP}$$

$$= 0.003 \text{ m}^3 \times 2.032,71$$

$$= 5.932 \text{ kg}$$

$$\text{Berat superplasticizer} = \text{Berat semen} \times 2\%$$

$$= 432,20 \text{ m}^3 \times 2\%$$

$$= 8,644 \text{ kg}$$

Tabel 4. 12 Kebutuhan bahan untuk variasi 1,5% abu sekam padi dan modaon aditif beton (Hasil pengolahan data)

Jenis Bahan	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 3 selinder
W semen	432.20 kg	2.63 kg	7.90 kg
W pasir	569.53 kg	3.47 kg	10.42 kg
W kerikil	1016.83 kg	6.20 kg	18.60 kg
W ASP	5.93 kg	0.04 kg	0.108 kg
W air	203.00 kg	1.24 kg	3.71 kg
w modaon	8.644 kg	0.053 kg	0.158 kg

d. Untuk variasi abu sekam padi 2,5%

$$\text{Volume ASP 2,5\%} = V. \text{ semen} \times 2,5\%$$

$$= 432,20 \times 2,5\%$$

$$= 0.195 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat abu sekam} = \text{Volume ASP} \times \text{BJ. ASP}$$

$$= 0.195 \text{ m}^3 \times 2.032,71$$

$$= 9,886 \text{ kg}$$

$$\text{Berat superplasticizer} = \text{Berat semen} \times 2\%$$

$$= 432,20 \text{ m}^3 \times 2\%$$

$$= 8,644 \text{ kg}$$

Tabel 4. 13 Kebutuhan bahan untuk variasi 2,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton (Hasil Pengolahan data)

Jenis Bahan	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 3 selinder
W semen	432.20 kg	2.63 kg	7.90 kg
W pasir	569.53 kg	3.47 kg	10.42 kg
W kerikil	1016.83 kg	6.20 kg	18.60 kg
W ASP	9.89 kg	0.06 kg	0.181 kg
W air	203.00 kg	1.24 kg	3.71 kg
W Superplasticizer	8.64 kg	0.05 kg	0.16 kg

C. Slump Test

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.

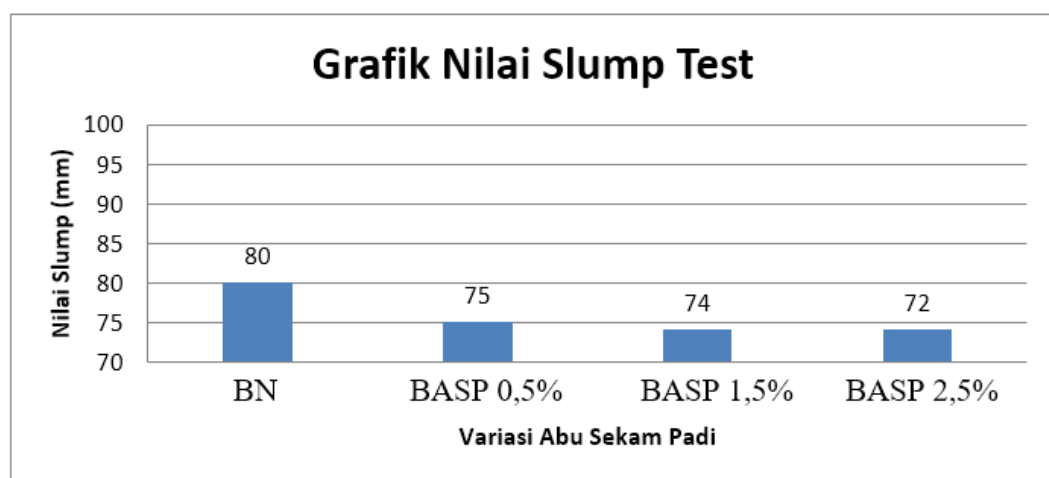
Tabel 4. 14 Hasil pengujian nilai *Slump test* (Hasil pengolahan data)

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	BASP 0,5%			75
3	BASP 1,5%			74
4	BASP 2,5%			72

Berdasarkan hasil pengujian slump pada tabel di atas dimana pada beton normal dan penambahan abu sekam padi didapatkan nilai *Slump test* yang

memenuhi *slump* rencana, didapatkan nilai slump untuk campuran 0,5% abu sekam padi sebesar 75 mm, untuk campuran 1,5% abu sekam padi 74 mm dan untuk campuran 2,5% abu sekam padi 72 mm. Nilai slump cenderung mengalami penurunan seiring dengan penambahan abu sekam padi.

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 Sumber: (Hasil pengolahan data)

Pada grafik di atas dapat dijelaskan bahwa nilai slump untuk variasi 0,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton mengalami penurunan nilai slump sebesar 5% dari nilai slump beton normal, untuk variasi 0,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton ke variasi 1,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton mengalami penurunan sebesar 1%, untuk variasi 1,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton ke variasi 2,5% abu sekam padi 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% abu sekam padi, 1,5% abu sekam padi dan 2,5% abu sekam padi. 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% abu sekam padi, 1,5% abu sekam padi dan 2,5% abu sekam padi yaitu sebagai berikut:

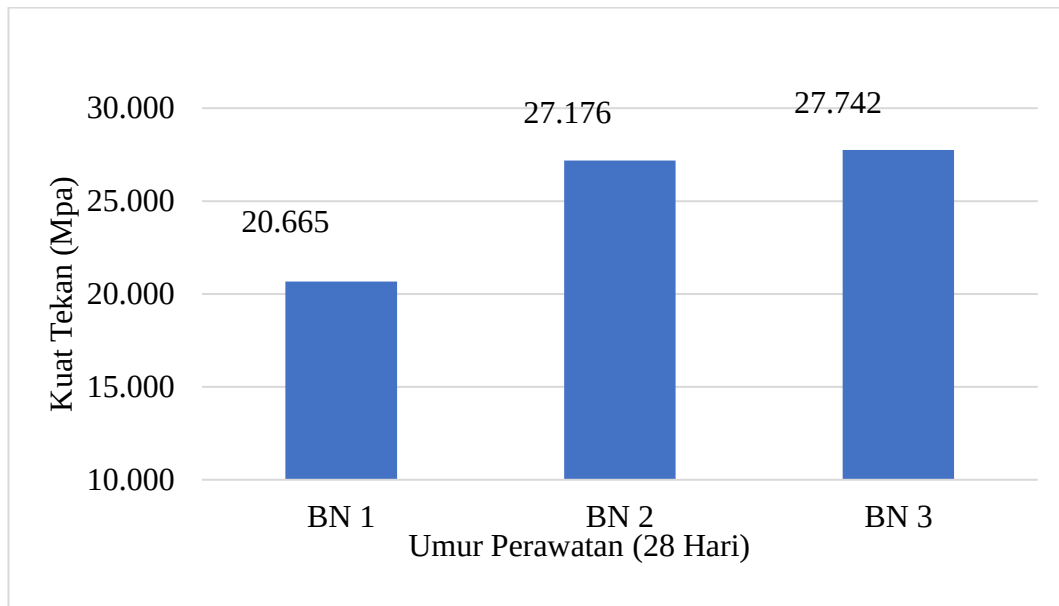
1. Beton normal

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

Tabel 4. 15 Hasil rata-rata uji kuat tekan beton normal (Sumber: Hasil pengolahan data)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'_c (MPa)	Rata rata Kuat Tekan	Rata rata Berat
1	28 hari	11,350	365	20,655	25,195	11,57
2	28 hari	11,580	480	27,176		
3	28 hari	11,800	490	27,742		

Pada pengujian sampel dengan beton normal didapatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4. 2 Grafik pengujian kuat tekan beton normal (Sumber: Hasil Analisis)

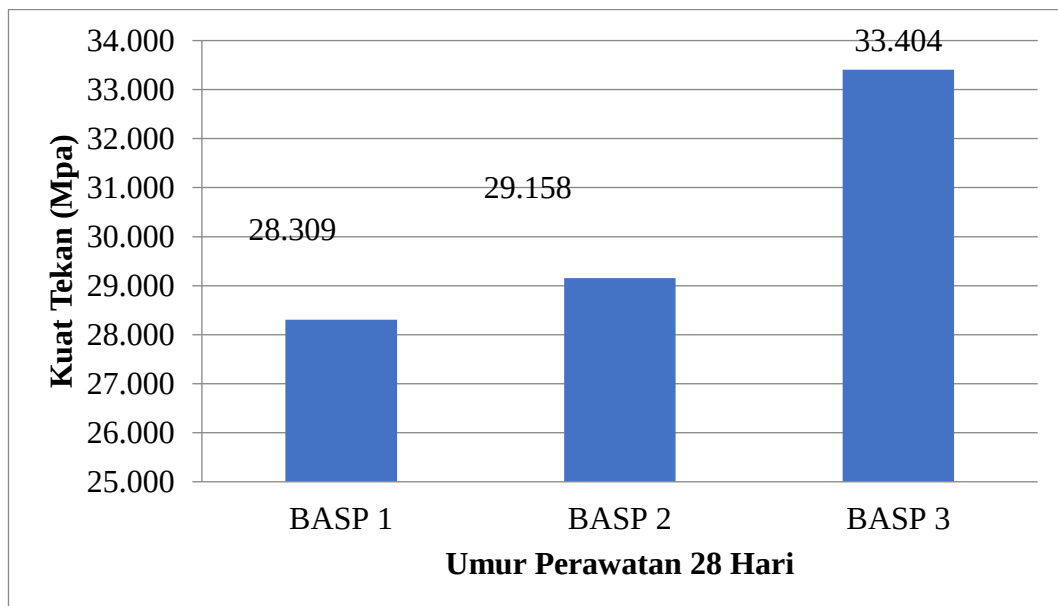
Pada grafik diatas dapat di jelaskan bahwa pada umur 28 hari beton normal memiliki kuat tekan rata rata sebesar 25,195 Mpa, dan memiliki berat rata rata sebesar 11,57 Kg.

2. Variasi 0,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton

Berdasarkan hasil penelitian, hasil kuat tekan pada beton dengan variasi 0,5% abu sekam padi 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% abu sekam padi dan modacon aditif beton (Sumber: Hasil pengolahan data)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'_c (MPa)	Rata rata Kuat Tekan	Rata rata Berat
1	28	12,050	500	28,309	30,290	11,963
2	28	12,940	515	29,156		
3	28	12,900	590	33,404		



Gambar 4. 3 Grafik pengujian kuat tekan variasi 0,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton (Sumber: Hasil Analisis)

Pada grafik di atas di jelaskan bahwa beton dengan campuran 0,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton pada umur 28 hari memiliki kuat tekan rata rata sebesar 30,290 Mpa, dan memiliki berat rata rata sebesar 11,963 Kg.

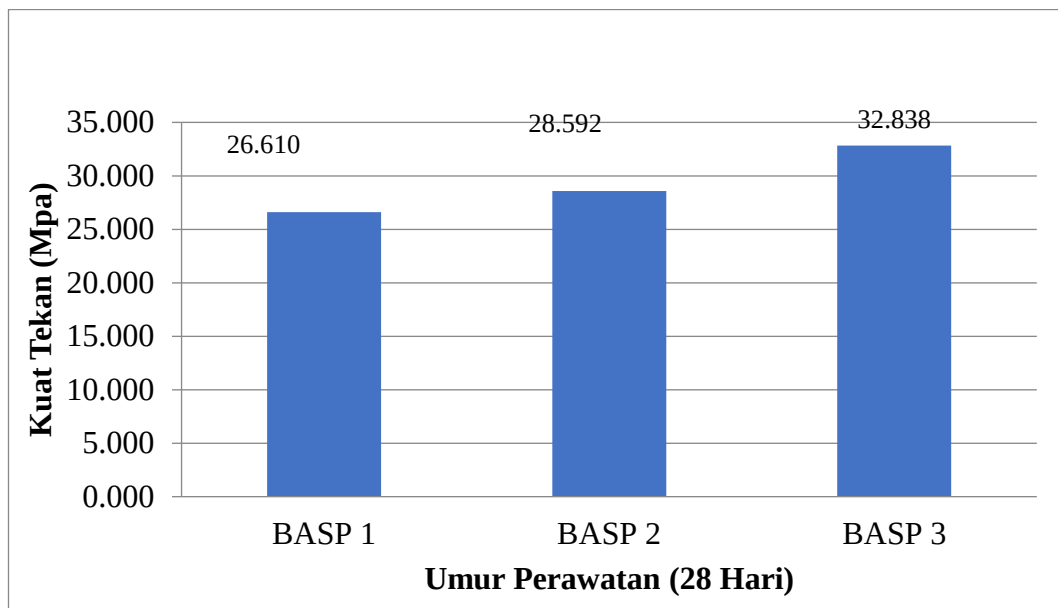
3. Variasi 1,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan pada beton dengan variasi 1,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton yang di dapat pada pengujian 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 17 Hasil rata-rata uji kuat tekan beton variasi 1,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton (Sumber: Hasil pengolahan data)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)	Rata rata Kuat Tekan	Rata rata Berat
1	28 hari	11.980	470	26,610	29,374	12,027
2	28 hari	12.100	505	28,592		
3	28 hari	12.000	580	32,836		

Pengujian sampel beton variasi 1,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 4 Grafik pengujian kuat tekan variasi 1,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton (Sumber: Hasil Analisis)

Pada grafik di atas di jelaskan bahwa beton dengan campuran 1,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton pada umur 28 hari memiliki kuat tekan rata rata sebesar 29,374 Mpa, dan memiliki berat rata rata sebesar 12,027.

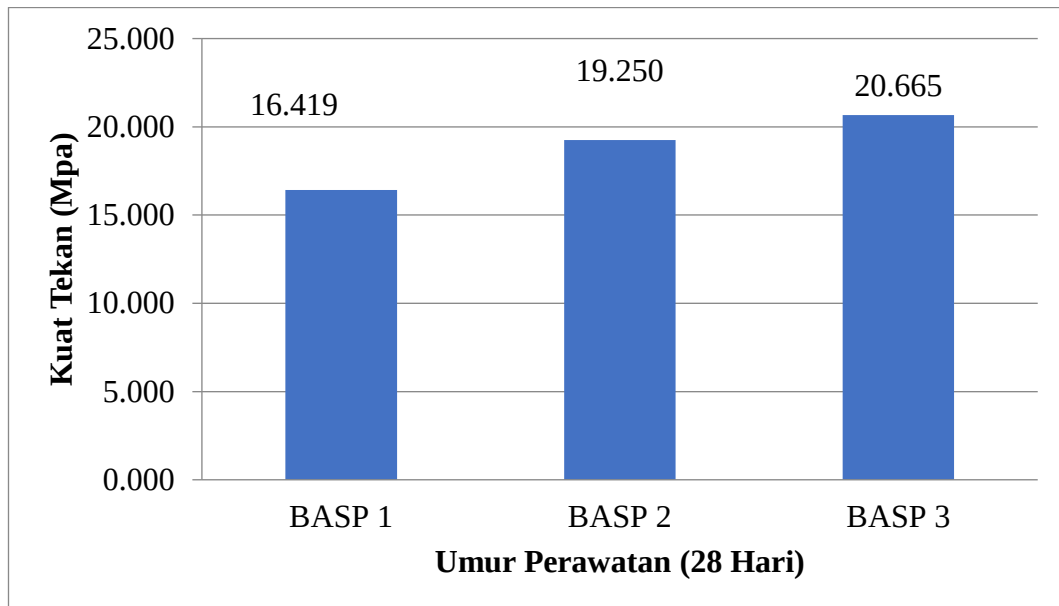
4. Variasi 2,5% sabut kelapa dan modacon aditif beton

Berdasarkan hasil penelitian, hasil kuat tekan pada beton dengan variasi 2,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton yang di dapat pada pengujian 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 18 Hasil rata-rata uji kuat tekan beton variasi 2,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton (Sumber: Hasil pengolahan data)

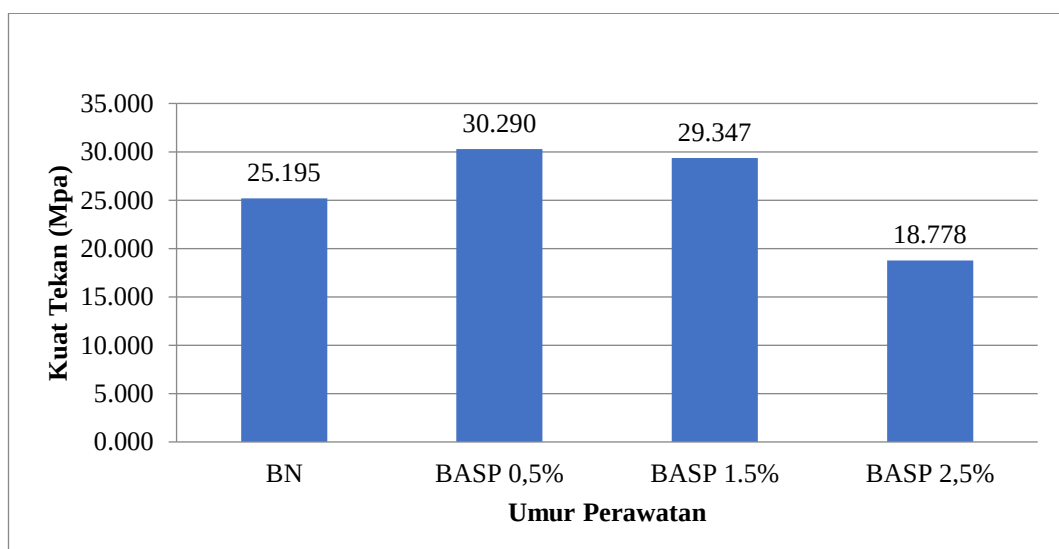
No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)	Rata rata Kuat Tekan	Rata rata Berat
1	28 hari	11,720	290	16,419	18,778	12,103
2	28 hari	12,240	340	18,250		
3	28 hari	12,350	365	20,655		

Pengujian sampel beton variasi 2,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton didapatkan grafik sebagai berikut:



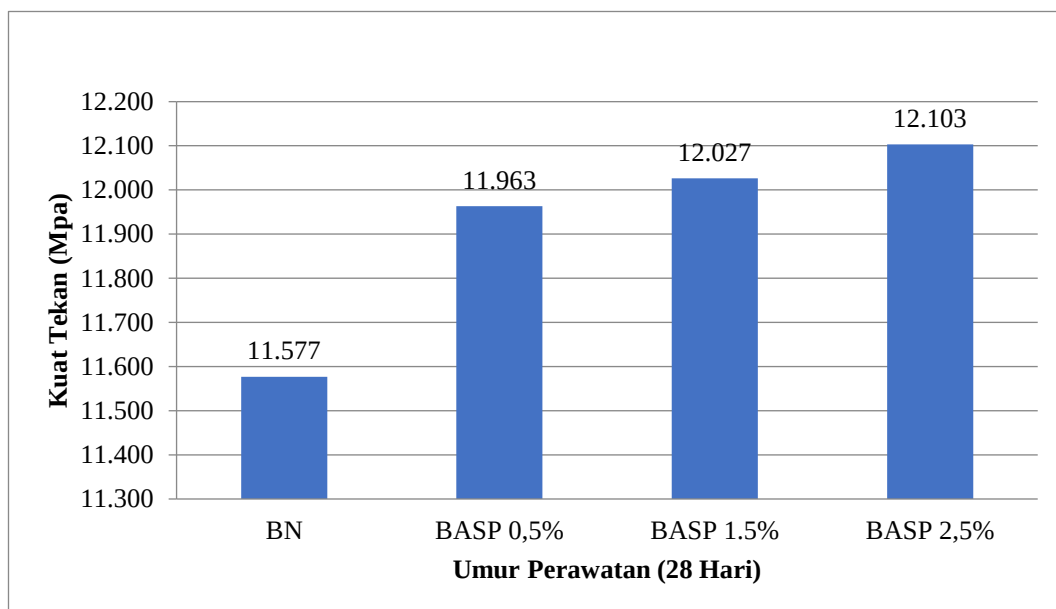
Gambar 4. 5 Grafik pengujian kuat tekan variasi 2,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton (*Sumber: Hasil Analisis*)

Pada grafik di atas di jelaskan bahwa beton dengan campuran 2,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton pada umur 28 hari memiliki kuat tekan rata rata sebesar 18,778 Mpa, dan memiliki berat rata rata sebesar 12,103 Kg. Kuat tekan pada campuran 2,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton tidak memenuhi mutu beton rencana yaitu 25 Mpa.



Gambar 4. 6 Grafik gabungan nilai rata rata kuat tekan beton (*sumber: Hasil Analisis*)

Pada grafik di atas dapat disimpulkan kuat tekan pada umur beton 28 hari dengan tambahan 0,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton di dapatkan hasil kuat tekan rata rata sebesar 30,290 Mpa, sedangkan beton dengan tambahan 1,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton didapatkan hasil kuat tekan rata rata sebesar 29,347 Mpa dan pada beton dengan tambahan 2,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton didapatkan hasil rata rata sebesar 18,788 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 grafik di atas dapat disimpulkan berat beton pada umur beton 28 hari dengan tambahan 0,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton di dapatkan hasil berat rata rata sebesar 11,963 Kg, sedangkan beton dengan tambahan 1,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton didapatkan hasil berat rata rata sebesar 12,027 Kg dan pada beton dengan tambahan 2,5% abu sekam padi dan modacon aditif beton didapatkan hasil berat rata rata sebesar 12,103 Kg.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah di bahas diatas, dapat di tarik kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan abu sekam padi di dapat hasil dengan presentase penambahan 0,5% dan 1,5% mengalami penurunan sebesar 0.944 MPa , sedangkan pada variasi 1,5 dan 2,5% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 10,69 MPa. Untuk rata rata kuat tekan beton normal adalah 25,195 Mpa. Rata rata kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan penambahan abu sekam padi 0,5% adalah 30,290 Mpa, dengan penambahan abu sekam padi 1,5% adalah 29,374 Mpa dan pada penambahan abu sekam padi 2,5% adalah 18,778 Mpa. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penambahan abu sekam padi dengan variasi 0,5%, 1,5%, dan 2,5% dari volume beton serta penambahan modacon aditif beton sebesar 2% dari berat semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari. Variasi komposisi tersebut menunjukkan adanya perubahan dalam peningkatan atau penurunan kuat tekan beton, tergantung pada persentase abu sekam padi yang digunakan. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat batas optimal dalam penggunaan abu sekam padi sebagai bahan tambahan untuk mendapatkan kuat tekan beton yang maksimal.
2. Berdasarkan hasil penelitian perbandingan berat beton normal dengan beton yang menguunakan bahan tambah abu sekam padi 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 kenaikan, hal ini dikarenakan semakin banyak penambahan abu sekam padi pada campuran beton maka semakin berat pula beton tersebut. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi berpengaruh terhadap berat beton, di mana semakin tinggi persentase abu sekam padi yang digunakan, semakin berkurang berat beton dibandingkan dengan beton normal. Hal ini terjadi karena sifat abu sekam padi yang lebih ringan dibandingkan dengan material penyusun beton pada umumnya.

B. Saran

Dari hasil penelitian yang telah di bahas di atas, dapat ditarik kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan memanfaatkan abu sekam padi sebagai bahan tambah pada campuran beton dengan variasi 1% abu sekam padi dan 2% abu sekam padi 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

- Amarullah, L. C., Anjarwati, S., & Al Fathoni, M. A. S. (2021). Analisis pengaruh limbah GRC (Glassfibre Reinforced Cement) dan abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian material beton terhadap kuat tekan beton. *Civeng: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(1), 29-36.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *SNI 03-1968-1990: Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar*.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *SNI 03-1970-1990: Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus*.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *SNI 03-1971-1990: Metode pengujian kadar air agregat*.
- Badan Standarisasi Nasional. (1993). *SNI 03-2834-1993: Pengertian agregat*.
- Badan Standarisasi Nasional. (1996). *SNI 03-4142-1996: Metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm)*.
- Badan Standarisasi Nasional. (1998). *SNI 03-4804-1998: Berat isi agregat kasar dan agregat halus*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *SNI 15-2049-2004: Semen Portland*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *SNI 4431-2011: Pengujian kuat lentur beton*.
- Cristalisana, C. (2023). Analisis kuat tekan pada campuran beton dengan bahan tambahan abu sekam padi (pemanfaatan limbah padi) di Jalan Universitas Mathla'ul Anwar. *Teknotika*, 3(2), 161-168.
- Dewi, S. U., & Renaldi, S. (2024). Pengaruh penggunaan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton K-175. *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, 9(2), 260-271.
- Faturahman, F. N. (2023). Pengaruh pemanfaatan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*, 1(1).
- Jasman, J. (2022). Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Karajata Engineering*, 2(1), 53-57.

- Mujur, R. M., Jasman, J., & Hamsyah, H. (2024). Perbandingan Uji Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Kasar Pecah Manual dengan Agregat Kasar Pecah Pada Mesin. *Jurnal Karajata Engineering*, 4(1), 15-21.
- Mulyadi, A., Yunanda, M., Suanto, P., & Yulius, Y. (2022). Analisis pemanfaatan limbah abu sekam padi sebagai pengisi dalam campuran mutu beton K.250. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 50-59. <https://doi.org/10.36546/TeknikSipil.V11i2.516>
- Noerangga, F. H., Darmayasa, I. G. N. P., Ariawan, P., & Ariana, K. A. (2023). Pengaruh komposisi abu sekam padi terhadap kuat tekan beton. *Reinforcement Review in Civil Engineering Studies and Management*, 2(1), 25-39.
- Pamungkas. (2021). Beton ramah lingkungan dengan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen pada era new normal. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 4(2), 63. <https://doi.org/10.20961/JRRS.V4i2.42978>
- Samsudin, S., & Hartantyo, S. D. (2017). Studi pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Teknik*, 9(2), 8. <https://doi.org/10.30736/Teknika.V9i2.58>
- Tata, A., & Sultan, M. A. (2016). Pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai campuran bahan baku beton terhadap sifat mekanis beton. *Sipilsains*, 6, 23-30.
- Wora, M., & Ndale, F. X. (2019). Pengaruh penambahan...