BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan dunia industri konstruksi di Indonesia cukup pesat, hampir semua sektor 60% material yang digunakan dalam konstruksi adalah pemakaian beton. Berbagai bangunan didirikan menggunakan beton sebagai bahan utama, baik bangunan gedung, bangunan air, maupun bangunan sarana transportasi (Atmaja & Irwansyah, 2021). Beton dikenal dengan kekuatan tekan yang tinggi, ketahanan terhadap berbagai kondisi cuaca, serta fleksibilitas dalam pembentukan sesuai kebutuhan desain arsitektur dan teknik sipil. Kelebihan ini menjadikan beton pilihan utama dalam dunia konstruksi. Namun, kinerja beton sangat bergantung pada komposisi dan kualitas bahan penyusunnya, terutama agregat yang terdiri dari agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil atau batu pecah).

Indonesia, dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah, memiliki potensi besar untuk memanfaatkan material lokal dalam konstruksi. Hal ini tidak hanya bertujuan untuk menekan biaya produksi beton, tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan dan pembangunan ekonomi daerah. Kabupaten Enrekang di Sulawesi Selatan, misalnya, memiliki sumber daya alam yang berpotensi besar namun belum sepenuhnya dimanfaatkan. Sungai Mata Allo yang berada di Kecamatan Enrekang merupakan salah satu daerah yang memiliki sumber material berupa agregat sungai yang cukup melimpah. Meskipun belum

dapat dipastikan sebagai bahan konstruksi yang memenuhi Standar Nasional Indonesia dan memenuhi mutu beton yang baik pada pembangunan konstruksi daerah setempat agregat Sungai Mata Allo telah digunakan masyarakat setempat sebagai bahan pembangunan konstruksi berskala kecil (Pangloli et al., 2022).

Pemanfaatan penggunaan pasir dan kerikil dalam pekerjaan konstruksi beton dari sisi ekonomi memang mempunyai keuntungan. Salah satunya adalah meningkatkan pendapatan masyarakat pengumpul pasir yang tersebar di seluruh daerah (Handika, S.W. (2020). Penggunaan material lokal seperti pasir dan kerikil dari Sungai Mata Allo dapat mengurangi biaya transportasi, yang biasanya menjadi salah satu komponen besar dalam biaya produksi beton. Material yang diimpor dari luar daerah atau luar negeri membutuhkan biaya transportasi yang tinggi, yang pada akhirnya meningkatkan biaya keseluruhan proyek konstruksi. Dengan menggunakan material yang tersedia di dekat lokasi proyek, biaya ini dapat ditekan secara signifikan, sehingga membuat proyek lebih ekonomis

Penggunaan material lokal dapat memberikan dorongan ekonomi bagi masyarakat setempat. Dengan meningkatkan permintaan untuk pasir dan kerikil lokal, kegiatan ekonomi di sekitar sungai tersebut dapat berkembang. Hal ini dapat menciptakan lapangan kerja baru, meningkatkan pendapatan masyarakat lokal, dan mendorong pertumbuhan ekonomi daerah. Penggunaan material lokal dapat memberikan dampak positif bagi perekonomian daerah sekitar. Peningkatan permintaan terhadap pasir dan kerikil lokal mendorong berkembangnya aktivitas ekonomi di sekitar sungai, menciptakan lapangan pekerjaan, serta meningkatkan pendapatan masyarakat setempat (Prasetyo, 2020)

Namun, sebelum material lokal ini dapat digunakan secara luas dalam industri konstruksi, perlu dilakukan penelitian yang mendalam untuk memastikan bahwa mereka memenuhi standar kualitas yang diperlukan. Salah satu aspek terpenting dalam menentukan kualitas beton adalah kekuatannya. Kekuatan beton dapat diukur menggunakan dua parameter utama, yaitu kuat tekan dan kuat tarik belah. Kuat tekan mengukur kemampuan beton untuk menahan beban tekan tanpa mengalami keruntuhan, sedangkan kuat tarik belah mengukur kemampuan beton untuk menahan gaya tarik, yang penting dalam mencegah terjadinya retak dan keretakan pada beton." (Syarifuddin & Siahaan, 2021).

Penelitian ini akan difokuskan pada analisis karakteristik beton yang menggunakan pasir dan kerikil dari Sungai Mata Allo di Kabupaten Enrekang sedangkan untuk beton normal menggunakan pasir yang berbeda yaitu pasir dan kerikil dari Sungai Lasape Kabupaten Pinrang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan data empiris yang kuat mengenai kualitas beton yang menggunakan material lokal, serta memberikan rekomendasi yang dapat diterapkan dalam praktik konstruksi. Penelitian ini tidak hanya akan memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi konstruksi, tetapi juga diharapkan dapat memberikan dampak positif bagi pembangunan infrastruktur dan ekonomi di Kabupaten Enrekang.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan pasir Sungai Mata Allo dan kerikil Sungai Mata Allo sebagai agregat terhadap kuat tekan?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan pasir Sungai Mata Allo dan kerikil Sungai Mata Allo sebagai agregat terhadap kuat tarik belah?
3. Apa saja faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan karakteristik beton yang dihasilkan dari pasir dan kerikil sungai Mata Allo?
4. Apakah karakteristik beton yang dihasilkan memenuhi standar mutu beton SNI?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan pasir Sungai Mata Allo dan kerikil Sungai Mata Allo sebagai agregat terhadap kuat tekan
2. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan pasir Sungai Mata Allo dan kerikil Sungai Mata Allo sebagai agregat terhadap kuat tarik belah
3. Untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan karakteristik beton yang dihasilkan dari pasir dan kerikil sungai Mata Allo
4. Untuk mengetahui karakteristik beton yang dihasilkan memenuhi standar mutu beton SNI

D. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Penelitian akan difokuskan pada analisis karakteristik beton yang menggunakan pasir Sungai Mata Allo sebagai bahan penyusun utama.

2. Penelitian akan membatasi analisis pada dua parameter utama, yaitu kuat tekan dan kuat tarik belah beton
3. Pengujian akan dilakukan pada berbagai umur beton, termasuk umur 7, 14, dan 28 hari, untuk mengevaluasi perkembangan kekuatan beton seiring waktu.
4. Penelitian akan terbatas pada pengumpulan sampel material dari Sungai Mata Allo Kabupaten Enrekang, serta pengujian dilakukan di laboratorium

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dapat membantu dalam memanfaatkan potensi sumber daya lokal, seperti pasir sungai Mata Allo, untuk pembuatan beton. Dengan demikian, dapat mengurangi ketergantungan pada material impor dan meningkatkan keberlanjutan pembangunan lokal.
2. Dengan mengevaluasi kuat tekan dan tarik belah beton yang dihasilkan, penelitian ini dapat membantu dalam meningkatkan kualitas konstruksi.
3. Dengan memanfaatkan material lokal, seperti pasir dan kerikil dari sungai- sungai setempat, penelitian ini dapat mengurangi dampak lingkungan yang disebabkan oleh pengambilan material dari lokasi yang jauh.

4. Penelitian ini dapat memberikan manfaat ekonomis bagi masyarakat lokal dengan meningkatkan permintaan terhadap pasir dan kerikil dari sungai-sungai di wilayah tersebut.

F. Sistematika Penulisan

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

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi pendahuluan dari penelitian yang dilakukan, yang mencakup latar belakang yang menjelaskan alasan dan urgensi penelitian, rumusan masalah yang memaparkan pertanyaan utama yang hendak dijawab, tujuan penelitian yang menggambarkan hasil yang ingin dicapai, batasan masalah yang menjelaskan ruang lingkup pembahasan agar penelitian lebih terfokus, manfaat penelitian baik secara teoritis maupun praktis, serta sistematika penulisan yang menjelaskan alur isi dari setiap bab.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori dasar dan hasil penelitian terdahulu yang relevan sebagai landasan dalam penelitian ini. Di dalamnya termasuk definisi, konsep, dan rumus-rumus yang digunakan untuk mendukung analisa serta memberikan kerangka teoritis yang memperkuat pembahasan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan secara rinci metode yang digunakan dalam proses penelitian, mulai dari gambaran umum alur penelitian, waktu dan

lokasi penelitian, hingga diagram alir yang menunjukkan tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian. Metode yang dipaparkan meliputi jenis penelitian, teknik pengumpulan data, serta teknik analisis data yang digunakan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang telah dilakukan, disertai dengan pembahasan yang mendalam. Data yang diperoleh diolah dan dianalisis sesuai dengan metode yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, kemudian diinterpretasikan untuk menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan dari hasil analisa yang telah dilakukan, yang merangkum temuan-temuan penting dari penelitian. Selain itu, bab ini juga memberikan saran yang ditujukan bagi pihak-pihak terkait maupun untuk penelitian selanjutnya agar hasil yang diperoleh dapat memberikan kontribusi yang lebih luas.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Beton

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dan beberapa material yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu (Sakura, Suhaimi, & Haiqal, 2022). Campuran bahan-bahan yang membentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis.

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 pemakaian 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 meninjauh 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 disesuai 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 yanga 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 memimukul beban yang berat.
    3) Tahan temperature yang tinggi.
    4) Biaya pemiliharaan 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 rapture, yaitu tegangan tarik beton yang muncul pada saat pengujian tekan beton normal (normal concrete). Kecilnya kuat tarik beton inin merupakan salah satu dari beton biasa. Untuk mengatasinya beton dikombinasikan dengan tulangan beton dimana baja biasa digunakan sebagai tulangannya. 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 diisyarakatkan 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 seprti composite atau bahan lainnya sesuai dengan prilaku 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 sturktur yamg ringan, misalnya beton ringan sturktural (SKBI.1.4.53,1989:5) yaitu beton yang menggandung 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

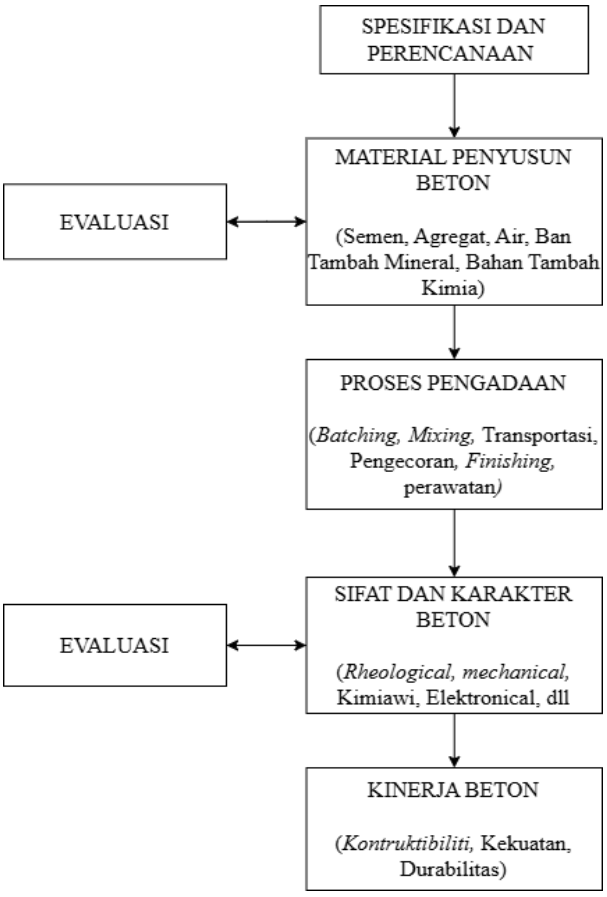
Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan stuktur. Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan kerja. Selain dua kinerja utama yang telah disebutkan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

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 2.1 (Fioroto., Anthony E, 1994: 32). Itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan kerja,.selain dua kinerjautama yang telah di sebutkan diatas yaitu kekuatan yang tinggi dan kemudahan pengerjaanya kelangsungan proses pengadaan beton dalam proses produksinya juga menjadi salah satu hal yang di pertimbangkan

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).

B. Material Pembentuk Beton

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

1. Semen Portland

SNI 15-2049-2004 mendefinisikan semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silika hidrolik. 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 sem en 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 isotermis 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 sifak 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-persyratan khusus
2) Jenis II, yaitu semen *Portland* yand 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 :

$$2C_3S + 6H \ (C_3S_2H_3) + 3Ca(OH)2$$

$$2C_2S + 4H \ (C_3S_2H_3) + 3Ca(OH)_2$$

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.

2. 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. Sejalan dengan itu menurut (Mulyadi et al., 2020) mengatakan bahwa agrergat merupakan butiran mineral alami atau buatan yang berfungsi sebagai bahan pengisi dari campuran beton, sebab agregat menempati kurang lebih 70% Volume beton, sehingga sangat berpengaruh terhadap sifat ataupun kualitas beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian yang sangat penting dalam pembuatan beton.

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 =<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*, yaiu 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

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 diuji dengan 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.

3. 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 lecak. 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). Menurut (Prasetyo & Adrilian, 2021)penggunaan air digunakan untuk mereaksikan semen sehingga

menghasilkan pasta semen yang berfungsi untuk mengikat agregat, selain itu fungsi air untuk membasahi agregat.

4. Material Tambahan Pasir Sungai

Uno (2010) menyatakan bahwa pasir merupakan salah satu bahan galian utama yang keberadaannya cukup luas dan produksinya besar. Bahan galian golongan ini menjadi penghasil terbesar dan sangat bernilai apabila pada tahapan survei hingga produksi dan pemasaran dilakukan dengan optimal, pasir pun memiliki berbagai macam variasi yang berbeda dengan karakteristik khusus untuk masing-masing jenis.

Pasir sungai dapat ditambang langsung dari sungai dan umumnya berupa hasil dari terkikisnya batuan sungai yang bersifat keras dan tajam. Oleh sebab itu jenis pasir sungai adalah pasir yang terkenal akan kekuatannya. Pasir Sungai yang memiliki sumber (Quarry) yang cukup dan Pasir Sungai sering di gunakan untuk campuran pembuatan beton, akan tetapi pasir sungai yang sering di gunakan dalam campuran pembuatan perlu di teliti lebih lanjut untuk mengetahui kadar lumpur dari pasir sungai tersebut apakah pasir sungai yang akan di gunakan memiliki kadar lumpur yang layak dalam peraturan acuan campuran pembuatan beton, pasir sungai diperoleh langsung dari dasar sungai.

Pasir sungai pada umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat, karena akibat proses gesekan yang terjadi sehingga daya lekat antar butir menjadi agak kurang baik. Dari segi teori, pasir adalah material agregat berbentuk butiran yang memiliki ukuran 0,0625 sampai 2 mm, bahan utama

pembentuk pasir adalah silicon dioksida dan juga ada yang berasal dari batuan kapur.

C. 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, Gardjito. E, Ridwan. A, 2021) .

$$Fc=\frac{P}{A} \quad \text{.....(1)}$$

Keterangan :

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

P : Beban yang bekerja (kg)

A : Luas penampang benda (cm^2)



Gambar 2. 2 Pengujian Kuat Tekan Pada Beton
Sumber : Dokumntasi contoh pengujian kuat tekan beton

D. Kuat Tarik Belah Pada Beton

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dan perbandingan semen, air, agregat dan berbagai jenis campuran. Faktor utama yang menjadi penentuan tekan beton adalah perbandingan air terhadap semen (Hasyim & Sari, 2020). Kekuatan tarik beton lebih rendah dari kekuatan tekan beton karena hanya sekitar 10-15 % dari kekuatan tekannya, hal ini disebabkan oleh adanya retak-retak halus pada beton. Retakan ini hanya berpengaruh pada kuat tarik beton akan tetapi tidak berpengaruh pada kuat tekan beton, karena ketika beton menerima beban tekan maka retakan tersebut akan menutup dan akan terjadi penyebaran tekanan. Pengujian kuat tarik pada beton dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tarik dan pengujian dilakukan di laboratorium (Aryatnie, 2021). Menurut (Yoga Sasmita, 2021) beton

adalah materil rapuh dengan memiliki daya Tarik yang rendah, sehingga beton tidak memiliki beban tarik. Semua gaya Tarik pada pelat atau beton sebanding dengan rasio kuat Tarik beton. Segala upaya untuk meningkatkan kualitas kuat tekan hanya dibarengi dengan peningkatan kecil kuat tarik. Kuat tarik yang kecil dibanding kuat tekannya menjadi kelemahan suatu beton. Kuat tarik mempengaruhi kemampuan beton dalam menahan beban retak sebelum pembebanan.

Kekuatan tarik belah beton ditentukan dengan benda uji berbentuk silinder. Benda uji tersebut diletakkan secara mendatar atau horizontal diatas permukaan mesin percobaan. Nilai kuat tarik tidak langsung didapatkan setelah memberikan beban pada benda uji, melainkan harus dihitung dengan menggunakan persamaan. Menurut SNI 249-2014 persamaan untuk menentukan nilai kuat tarik pada beton, yaitu sebagai berikut (Dewi et al., 2020) :

$$f'sp = 2\ P\pi LD \qquad (2)$$

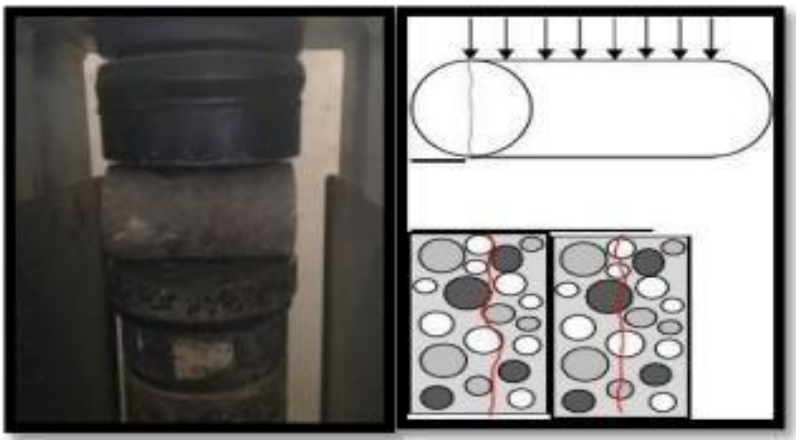
Keterangan :

f'sp :Kuat Tarik Belah (N/mm^2)

P : Beban maksimum pada waktu belah (N)

L : Panjang benda uji silinder (mm)

D : Diameter benda uji silinder (mm)



Gambar 2. 3 Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Pola Retak

Sumber : Dokumntasi contoh pengujian kuat tekan beton

E. Ekivalensi Metode Pengujian yang Digunakan

Tabel 2. 1 Tabel Standar SNI Beton SNI 15-2049-2004

Mutu beton	Semen(kg)	Pasir(kg)	Kerikil(kg)	Air(L)	w/r rasio
7,4 Mpa K-(100)	247	869	999	215	0,87
9,8 Mpa K-(125)	276	828	1012	215	0,78
12,2 Mpa K-(150)	299	799	1017	215	0,72
14,5 Mpa K-(175)	326	760	1029	215	0,66
16,9 Mpa K-(200)	352	731	1031	215	0,61
19,3 Mpa K-(225)	371	698	1047	215	0,58
21,7 Mpa K-(250)	384	692	1039	215	0,56
24,0 Mpa K-(275)	406	684	1026	215	0,53
26,4 Mpa K-(300)	413	681	1021	215	0,52
28,8 Mpa K-(325)	439	670	1006	215	0,49
31,2 Mpa K-(350)	448	667	1000	215	0,48

F. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

1. Penelitian yang dilakukan oleh Geertruida Eveline UntuE. J. Kumaat, R. S. Windah pada tahun (2015). Dengan Judul Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. Adapun beberapa Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mendapatkan hubungan antara nilai kuat tekan beton dan nilai kuat tarik belah beton. Hasil pengujian menyatakan bahwa nilai kuat tarik belah pada beton mengalami kenaikan yaitu semakin besar nilai kuat tekan maka nilai kuat tarik belah yang dihasilkan semakin besar pula. Hubungan kuat tekan dan kuat tarik belah beton berkisar 0,52,55√ dan nilai perbandingan kuat Tarik belah berkisar 8,78-11,59% dari kuat tekan beton.
2. Penelitian yang dilakukan oleh (Asmara et al., 2021). Dengan judul Analisis Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Yang Menggunakan Pasir Sungai Batang Asai Dan Pasir Sungai Batanghari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kuat tekan beton yang dihasilkan ketika menggunakan beberapa perlakuan terhadap pasir pantai Sampur. Perlakuan yang digunakan terhadap pasir Pantai Sampur adalah: tanpa perlakuan, disiram, dan dicuci. Kuat tekan beton direncanakan 17,5 MPa. Sampel berbentuk silinder dan berjumlah 24 buah. Penelitian ini juga menggunakan beton normal dari pasir yang berbeda sebagai kontrol, yaitu pasir daerah Padang Baru Kabupaten Bangka Tengah. Campuran beton dengan pasir Padang Baru (beton normal) menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 28,68 MPa.

Sedangkan kuat tekan beton ratarata pada pasir pantai Sampur tanpa perlakuan sebesar 16,36 MPa, dengan perlakuan disiram sebesar 17,52 MPa dan dengan perlakuan dicuci sebesar 22,14 Mpa. Kuat tekan beton terbesar pasir Pantai Sampur terletak pada perlakuan dicuci yaitu sebesar 22,14 Mpa.

3. Penelitian yang dilakukan oleh (Amir et al., 2022) yang berjudul Analasis Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai Sandang Muliasari Unaaha Dan Kerikil Amonggeddo Pondiha Kabupaten Konawe. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pasir Sandang Muliasari dan kerikil Amonggedo, Kabupaten Konawe, dalam pembuatan beton berkekuatan tekan
   20 MPa. Dari penelitian disimpulkan bahwa, karakteristik pasir sungai Sandang Muliasari dan kerikil Amonggedo memenuhi spesifikasi agregat untuk mutu beton 20 MPa. Hal ini dibuktikan dengan kekuatan beton yang diperoleh sebesar 31.22 MPa lebih besar dari kekuatan tekan beton rencana yang ditargetkan sebesar 30.78 MPa .
4. Penelitian yang dilakukan oleh (Imran & Yunus, 2017) yang berjudul Studi Eksperimental Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Pasir Laut Sebagai Agregat Halus di Kabupaten Fakfak Provinsi Papua Barat. Penelitian ini merupakan penelitian laboratorium berbasis sampel dan analisis karakteristik agregat dan uji tekan beton. Kuat tekan beton yang paling tinggi dari umur awal beton sampai akhir diperoleh dari pasir laut jalan Baru/Reklamasi dengan kuat tekan

sebesar 93.86 kg/cm. Kuat tekan beton yang paling tinggi dari umur awal beton sampai akhir Pada umur akhir beton 28 hari untuk penggunaan pasir laut Jalan Baru/Reklamasi sebesar 69.05 % dan pada penggunaan pasir sungai Palu, persentase kuat tekan maksimal yang mampu dicapai hanya sebesar 56.69 %.

5. Dari hasil penelitian yang di lakukan oleh (Masgode & Imran, 2021).dengan judul Analisis Kuat Tekan Beton Normal Dengan Menggunakan Pasir Sungai Ulu Lapao-Pao. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mengetahui karakteristik fisik agregat halus Pasir Sungai Ulu Lapao-pao yang digunakan pada campuran beton, dan mengetahui hasil pengujian kuat tekan beton dengan perawatan curing dan tidak curing menggunakan Pasir Sungai Ulu Lapao-pao. Dari hasil kuat tekan beton normal dengan mutu rencana F’c 25 MPa didapatkan kuat tekan beton dengan menggunakan perawatan curing lebih tinggi di bandingkan dengan tanpa perawatan (tidak di curing). Kuat tekan beton yang menggunakan perawatan curing dengan umur perawatan 3, 7 dan 28 hari ialah dengan mutu rencana 25 MPa yaitu 15,0 MPa, 20,4 MPa dan 25,1 MPa. Di bandingkan tanpa perawatan dengan umur perawatan 3, 7, dan 28 hari dengan mutu rencana 25 MPa yaitu 14,1, MPa, 19,7 MPa, dan 20,3 MPa. Berdasarkan hasil pengujian tersebut maka Pasir Sungai Ulu Lapao-pao dapat digunakan sebagai alternatif agregat halus pada campuran beton, Karena hasil kuat tekan yang dicapai memenuhi

kuat tekan yang peneliti rencanakan mutu F'c 25 MPa yakni mencapai 25,1 MPa pada umur 28 hari.

6. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh (Sakura, Suhaimi, & Haikal, 2022).

   Dengan judul Analisa Penggunaan Pasir Laut Pada Campuran Beton Dengan Penambahan Sika Grout Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton. Penelitian tentang penggunaan sika grout 215 dan pasir laut terhadap kuat tekan dan belah beton sebagai agregat halus dalam pembuatan beton ini dilatar belakangi oleh ketersediaan pasir laut di alam dalam jumlah yang sangat besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton normal 21,39 MPa pada beton pasir laut dengan campuran sika grout 215 meningkat sebesar 25,19 MPa dan mengalami penurunan pada beton pasir laut tanpa sika grout 215 sebesar 17,98 MPa. Sedangkan untuk kuat tarik belah beton normal sebesar 2,90 MPa mengalami peningkatan pada beton pasir laut dengan campuran sika grout 215 sebesaar 4,25 MPa dan mengalami penurunan pada beton pasir laut tanpa sika grout 215 sebesar 2,45 MPa.

7. Penelitian yag dilakukan oleh (Asmara et al., 2021). Dengan judul Analisis Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Yang Menggunakan Pasir Sungai Batang Asai Dan Pasir Sungai Batanghari. Tujuan penelitian dalam jurnal ini adalah menguji nilai kuat tekan dan kuat tarik beton pada umur yang direncanakan dengan menggunakan pasir dari Sungai Batang Asai dan Sungai Batanghari, serta menentukan

kualitas pasir yang lebih baik antara kedua sumber tersebut untuk membuat campuran beton yang lebih kuat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton yang menggunakan pasir dari Sungai Batang Asai (Ps Ba) dan Sungai Batanghari (Ps Bh) memiliki nilai kuat tekan yang relatif sama pada umur 28 hari. Nilai kuat tekan beton dengan pasir Sungai Batang Asai adalah 20,97 MPa, sedangkan dengan pasir Sungai Batanghari adalah 21,99 MPa. Kedua jenis beton memenuhi standar kuat tekan yang direncanakan, yaitu 20 MPa, namun tidak mencapai target mutu rencana sebesar 27 MPa1 dan Kuat tarik belah kedua jenis benda uji masih termasuk pada batasan kuat tarik belah beton normal (9 – 15%) dari kuat tekannya. Kuat tarik belah beton Ps Bh lebih besar dibandingkan beton Ps Ba.

8. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Bere et al., 2021). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan dan kuat tarik belah dari beton busa dengan variasi foam agent yang digunakan serta pengaruh dari agregat halus yang digunakan, yaitu pasir abu batu1. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di laboratorium untuk mendapatkan data yang akurat. Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak variasi foam agent yang digunakan, semakin rendah kuat tekan dan kuat tarik belah beton busa. Hasil dari penelitian ini adalah ada umur beton 14, 28, dan 35 hari, kuat tekan beton tanpa foam agent adalah 23.13 MPa, 26.25 MPa, dan 27.78 MPa, sedangkan dengan foam agent 15% adalah 17.54 MPa, 20.29 MPa, dan 21.91 MPa, dan

dengan foamagent 30% adalah 13.44 MPa, 15.11 MPa, dan 16.69 MPa. Kuat tarik belah beton tanpa foam agent adalah 3.62 MPa, 4.09 MPa, dan 4.32 MPa, sedangkan dengan foam agent 15% adalah 2.93 MPa, 3.34 MPa, dan 3.59 MPa, dan dengan foam agent 30% adalah 2.02 MPa, 2.42 MPa, dan 2.66 MPa. Beton busa dengan foam agent 15% dan 30% termasuk dalam kategori beton ringan dengan berat volume maksimum masing-masing 1735.85 kg/m³ dan 1298.11 kg/m³.

9. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Dwi Ramayati & Kartini, 2024). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukana kadar optimal penambahan serat fiberglass terhadap tingkat kekuatan tekan dan kekuatan tarik belah beton, serat dampaknyaa terhadap kedua sifat tersebut. Hasil penelitian menunjukan bahwa adanya peningkatan nilai kuat tekan dan nilai kuat belah seiring dengan meningkatnya persentase serat fiberglass. Campuran beton dengan penambahan fiberglass sebanyak 0,75% menghasilkan nilai tertinggi baik dalam kuat tekan maupun kuat tarik belah. Sebaliknya, campuran dengan serat fiberglass sebanyak 0,25% memiliki nilai terendah penambahan serat fiberglass yang cukup tinggi pada beton segar dapat mengakibatkan penurunan dalam hal kemampuan pengolahan. Namun, sifat beton setelah mengeras menunjukan bahwa baik kekuatan tekan maupun kekuatan tarik belah mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan variasi penambahan serat fiberglass.

10. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Wibowo et al., 2019). Dengan judul Kajian Kuat Tarik Belah Pada Beton Mutu Tinggi Memadat Mandiri Dengan Variasi Komposisi Metakaolin dan Superplasticizer Masterease 3029. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh penambahan metakaolin terhadap workabilitas dan kuat tarik belah HSSCC. hasil penelitian, penambahan metakaolin menurunkan workabilitas beton, diketahui dari pengujian slump flow, L-box, dan Vfunnel yg dilakukan pada beton segar, namun hasil uji tersebut masih memenuhi standar beton memadat mandiri yang tercantum pada EFNARC 2002. Pada kuat tarik belahnya, penambahan metakaolin meningkatkan nilai kuat tarik belah beton dan nilai maksimum dicapai pada kadar metakaolin 20%.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen kuantitatif yaitu penelitian yang banyak menekankan pada penggunaan angka mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data, serta penampilan dari hasilnya disertai gambar, tabel, grafik dan tampilan lainnya. Kemudian dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan secara langsung yang dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan data-data dan hasil dari variabel-variabel yang diteliti.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dimulai sejak minggu kedua bulan September hingga awal bulan November 2024. Penelitian ini terdiri dari beberapa rangkaian kegiatan mulai dari persiapan benda uji, perhitungan, pembuatan, pemeliharaan, dan pengujian yang secara keseluruhan dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare, Jl. Jend. Ahmad yani Km. 6, Bukit Harapan, Kec. Soreang, Parepare.

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan 2024											
		September				Oktober				November			
Minggu Ke-		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan laboratorium												
2	Pengujian bahan dasar												
3	Pembuatan benda uji												
4	Perawatan benda uji												
5	Uji kuat tekan												
6	Analisa hasil pengujian												

C. Alat dan Bahan

1. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Saringan dengan lubang saringan sebesar 19.5 mm, 9.5 mm, 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, dan 0.60 mm.

b. Timbangan untuk menimbang bahan-bahan benda uji.

c. Oven untuk mengeringkan benda uji.

d. *Concrete Mixer*/ mesin pencampur digunakan untuk mencampur semua bahan-bahan benda uji

e. Kerucut Abram digunakan untuk mengetahui nilai slump sebelum beton dimasukkan ke dalam cetakan.

f. Cetakan Beton (cetakan silinder ukuran 15 cm x 30 cm)

g. Mesin uji tekan dan uji Tarik belah beton (*Universal Testing Machine*).

2. Bahan yang digunakan

Bahan atau material yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

a. Semen portland

Semen yang digunakan untuk pembuatan beton menggunakan semen *Portland Composite Cement (*PCC).

b. Air

Air yang digunakan adalah air yang bersih berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare.

c. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini berasal dari pasir sungai Mata Allo Kabupaten Enrekang

d. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan berasal dari sungai Mata Allo Kabupaten Enrekang.

D. Prosedur Penelitian

1. Persiapan

Meliputi pengurusan izin pemakaian laboratorium, persiapan material, dan persiapan peralatan yang akan digunakan.

2. Pemeriksaan material

Pemeriksaan material terdiri dari analisa saringan, berat isi agregat, beras jenis, kadar air, keausan agregat, dan kadar lumpur.

3. Perencanaan mix desain

Rancangan campuran beton porous disusun berdasarkan metode *Trial and error*. Perencanaan campuran dilakukan terhadap masing-masing variasi benda uji.

4. Pembuatan Benda Uji

Proses pembuatan rancangan campuran beton pada umumnya dibagi menjadi 2 (dua) tahapan sebagai berikut:

1. Melakukan perhitungan proporsi campuran beton yang tepat berdasarkan data tentang bahan baku yang digunakan.
2. Pembuatan beton dalam skala kecil, dalam penelitian ini digunakan cetakan silinder ukuran 15 cm x 30 cm.

Pada penelitian ini jumlah benda uji sebanyak 36 buah dengan sampel benda uji masing-masing 3 (tiga) buah setiap variasi.

Tabel 3. 2 Jumlah Benda Uji

Kode	Spesifikasi	Jumlah beton Kuat Tekan			Jumlah beton Kuat Tarik Belah
		7 hari	14 hari	28 hari	28 hari
BN	Beton normal	3	3	3	3
BPMA	Beton pasir Mata Allo	3	3	3	3
BKMA	Beton kerikil Mata Allo	3	3	3	3
Total		36			

5. Pengujian Nilai Slump

Slump test adalah salah satu cara untuk mengukur kecairan atau kepadatan dalam adukan beton. Semakin rendah nilai slump menandakan semakin kental kondisi beton segar yang ada di lapangan, sebaliknya semakin besar bacaan slump berarti semakin encer kondisi beton segar di

lapangan. Percobaan slump dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan. Percobaan ini dilakukan dengan alat berbentuk kerucut terpancung, yang diameter atasnya 10 cm dan diameter bawahnya 20 cm dan tinggi 30 cm, dilengkapi dengan kuping untuk mengangkat beton segar dan tongkat pemadat diameter 16 mm sepanjang minimal 60 cm (Mulyono, 2004).

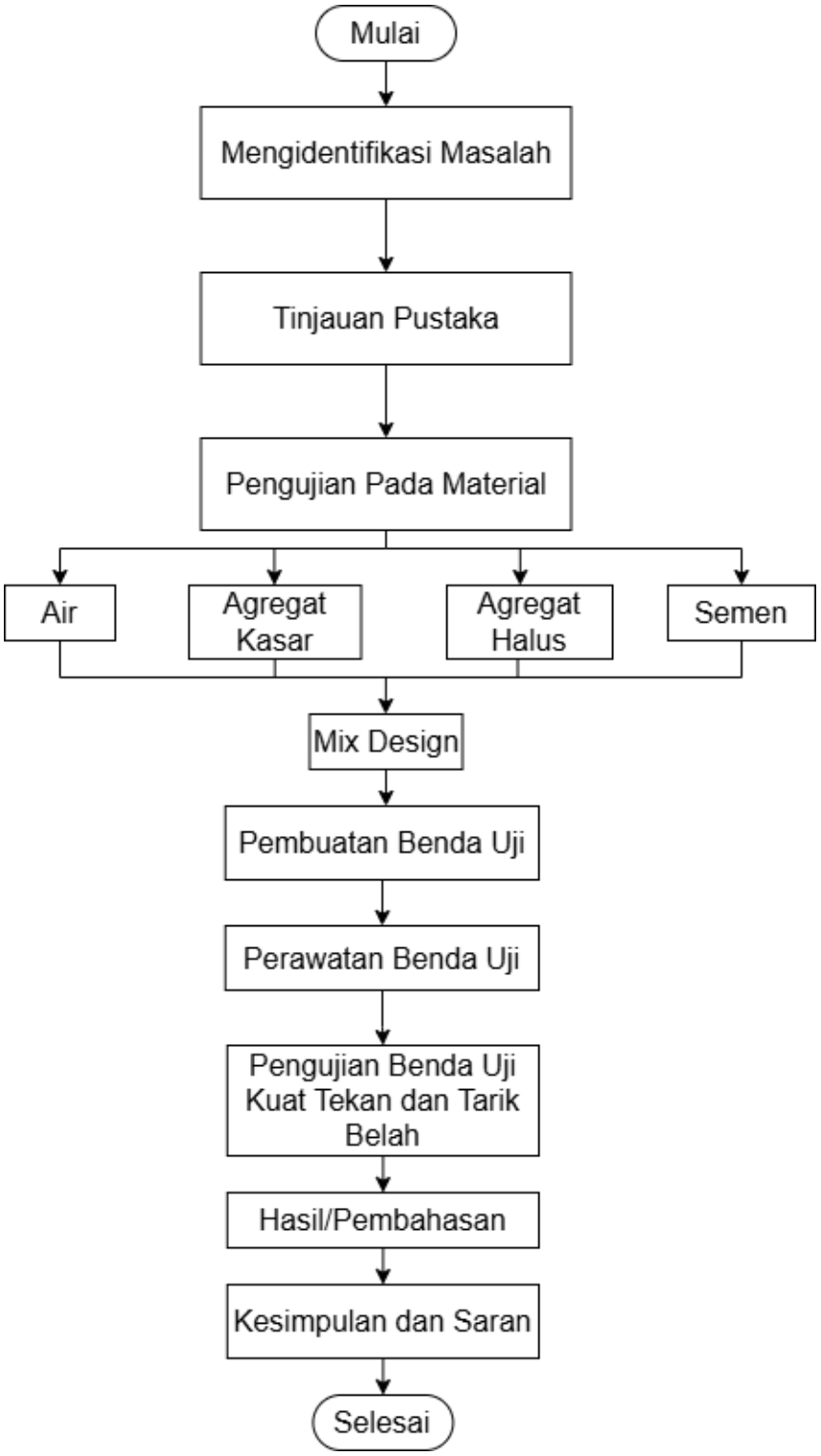
6. Perawatan beton

Perawatan pada beton dimaksudkan untuk menghindari panas hidrasi yang tidak diinginkan yang terutama disebabkan oleh suhu, serta perawatan yang baik terhadap beton akan memperbaiki berbagai segi kualitas beton tersebut. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode perawatan dengan air memakai cara perendaman dalam air yang dilakukan di bak perendaman Laboratorium UMPAR dengan umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

7. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah

Pengujian dimaksudkan untuk mencari perbandingan kuat tekan dan kuat tarik belah rencana dengan kuat tekan yang dihasilkan pada umur rencana 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

E. Diagram alir



Gambar 3. 1 Diagram Alir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Agregat

Berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia) pengujian agregat dilakukan terhadap agregat halus, agregat kasar, semen dan air. Untuk kemudian mendapatkan komposisi dari masing-masing agregat sebagai bahan campuran sampel beton yang direncanakan dalam Mix Design.

1. Agregat halus

Tabel 4.1 Pengujian agregat halus (*Sumber: Data hasil pengujian agregat di laboratorium*)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	NILAI RATA-RATA	KETERANGAN
1	Kadar lumpur	Maks 5%	4.57%	Memenuhi
2	Keausan	< No. 3	No. 2	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	4.82%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.49	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1.63	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1.53%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2.47	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.39	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.42	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3.22	Memenuhi

Dari hasil pengujian laboratorium agregat halus didapatkan hasil sebagai berikut.

a. Kadar lumpur

Kadar lumpur pada sampel pengujian pertama 4.4% dan sampel pengujian kedua 4.8%. Rata-rata kadar lumpur yang didapatkan 4.57%. Dengan interval maksimal 5% maka kondisi kadar lumpur agregat halus memenuhi untuk dapat digunakan.

b. Kadar air

Kadar air pada sampel pengujian pertama 4,60% dan sampel pengujian kedua 5,04%. Rata-rata kadar air 4,82%. Dengan interval 2%-5% maka kondisi kadar air agregat halus memenuhi untuk dapat digunakan.

c. Kadar organik

Kadar organik diambil dari nilai kadar lumpur agregat halus yang mana interval penilaiannya kadar organik lebih kecil nilainya dari kadar air. Nilai kadar organik diambill dari nilai rata-rata kadar lumpur sehingga kesimpulannya nilai kadar organik memenuhi untuk dapat digunakan.

d. Berat volume

Berat volume terbagi menjadi kondisi lepas dan kondisi padat dengan interval 1,4 – 1,9. Pada kondisi lepas berat sampel pertama 1,60 dan berat sampel kedua 1,38 dengan rata-rata 1,49. Pada kondisi padat berat sampel pertama 1,65 dan berat sampel kedua 1,60 dengan rata-rata 1,63. Berdasarkan data yang ada, berat volume kondisi basah maupun kering agregat memenuhi persyaratan untuk digunakan.

e. Absorpsi

Dari hasil penelitian ditemukan bahwa rata-rata nilai absorpsi 1,53%. Standar interval nilai absorbi adalah 0,2 – 2% maka dinyatakan memenuhi standar untuk digunakan.

f. Berat jenis spesifik

Berat jenis terbagi menjadi tiga yaitu berat nyata, berat dasar kering dan berat jenis kering permukaan dengan interval 1,6 – 3,3. Rata-rata berat jenis nyata 2,47, rata-rata berat jenis dasar kering 2,39 dan rata-rata berat jenis kering permukaan 2,42. Berdasarkan data hasil penelitian maka disimpulkan material memenuhi persyaratan untuk digunakan.

g. Modulus kehalusan

Interval modulus kehalusan 1,0 – 3,80. Nilai modulus kehalusan sampel pertama 3,27 dan nilai modulus kehalusan kedua 3,16 dengan rata-rata 3,22. Dari data penelitian disimpulkan bahwa agregat memenuhi persyaratan untuk digunakan.

2. Agregat kasar

Tabel 4.2 Hasil pengujian agregat kasar (*Sumber: Data hasil pengujian agregat di laboratorium*)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	NILAI RATA-RATA	KETERANGAN
1	Kadar lumpur	Maks 1%	0.74%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	25.5%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	1.94%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1.63	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1.69	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	1.57%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2.55	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.45	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.49	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	6.67	Memenuhi

Dari hasil pengujian laboratorium agregat halus didapatkan hasil sebagai berikut.

a. Kadar lumpur

Kadar lumpur pada sampel pengujian pertama 0,6% dan sampel pengujian kedua 0,90%. Rata-rata kadar lumpur yang didapatkan 0,74%. Dengan interval maksimal 1% maka kondisi kadar lumpur agregat kasar memenuhi untuk dapat digunakan.

b. Kadar organik

Kadar organik pada sampel pengujian pertama 28,0% dan sampel pengujian kedua 23,0%. Rata-rata kadar lumpur yang didapatkan 25,5%. Dengan interval maksimal 25,5% maka kondisi kadar organik agregat kasar memenuhi untuk dapat digunakan.

c. Kadar air

Kadar air pada sampel pengujian pertama 2,25% dan sampel pengujian kedua 1,63%, rata-rata kadar air 1,94%. Dengan interval 0,5 – 2% maka kondisi kadar air agregat halus memenuhi untuk dapat digunakan.

d. Berat volume

Berat volume terbagi menjadi kondisi lepas dan kondisi padat dengan interval 1,6 – 1,9. Pada kondisi lepas berat sampel pertama 1,63 dan berat sampel kedua 1,63 dengan rata-rata 1,63. Pada kondisi padat berat sampel pertama 1,68 dan berat sampel kedua 1,69 dengan rata-rata 1,69. Berdasarkan data yang ada, berat volume kondisi basah maupun kering agregat memenuhi persyaratan untuk digunakan.

e. Absorpsi

Dari hasil penelitian ditemukan bahwa rata-rata nilai absorbsi 1,57%. Standar maksimal nilai absorbsi adalah 4% maka dinyatakan memenuhi standar untuk digunakan.

f. Berat jenis spesifik

Berat jenis terbagi menjadi tiga yaitu berat nyata, berat dasar kering dan berat jenis kering permukaan dengan interval 1,6 – 3,3. Rata-rata berat jenis nyata 2,55, rata-rata berat jenis dasar kering 2,45 dan rata-rata

berat jenis kering permukaan 2,49. Berdasarkan data hasil penelitian maka disimpulkan material memenuhi persyaratan untuk digunakan.

g. Modulus kehalusan

Interval modulus kehalusan 6,0 – 8,0. Nilai modulus kehalusan sampel pertama 6,74 dan nilai modulus kehalusan kedua 6,60 dengan rata-rata 6,67. Dari data penelitian disimpulkan bahwa agregat memenuhi persyaratan untuk digunakan.

B. Perencanaan Mix Design

Perencaan campuran dan komposisi adukan beton di hitung dengan menggunakan Mix Design SNI 7656:2012 dengan data dan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.3 Data Hasil Mix Design *(Sumber: SNI 7656:2012)*

No.	Uraian	Nilai
1.	Mutu beton	25 Mpa
2.	Nilai slump	60 – 180 mm
3.	Ukuran agregat maksimum	20
4.	Berat kering oven agregat kasar	1,720
5.	Berat jenis semen tanpa tambahan udara	3,08
6.	Modulus kehalusan agregat halus	3,23
7.	Berat jenis SSD agregat halus	2,46
8.	Berat jenis SSD agregat kasar	1,82
9.	Penyerapan air agregat halus	1,21%
10.	Penyerapan air agregat kasar	1,32%
12.	Kadar air agregat halus	4,71%
13.	Kadar air agregat kasar	1,99%

Berdasarkan data pada tabel 4.3 di atas, maka didapatkan perbandingan kebutuhan semen, agregat kasar, agregat halus dan air sebagai berikut:

1. Kebutuhan Campuran Bahan Untuk 1 m^3 beton

Tabel 4.4 Kebutuhan campuran beton per 1m^3 *(Sumber: SNI 7656:2012)*

Bahan	**Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg)**	**Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)**	**Berdasarkan volume absolute (kg)**
Air	401.50	Kg	2.45
Semen	561.61	Kg	3.42
Agregat kasar	1223.3	Kg	7.46
Agregat halus	214.58	Kg	1.31

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan bahan campuran untuk 1m^3 beton, maka didapatkan perbandingan sebagai berikut :

Perbandingan berat =	W semen	W pasir	W kerikil	W air
	1	1,31	77,46	2,45

2. Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Silinder Beton

Kebutuhan semen, agregat halus, agregat kasar dan air untuk 12 benda uji berbentuk silinder dengan diameter 0,15m dan tinggi 0,3 sebagai berikut:

a. Volume silinder $= \frac{1}{4} \times \pi \times 0{,}15^2 \times 0{,}30$

$= 0{,}0732\ m^3$

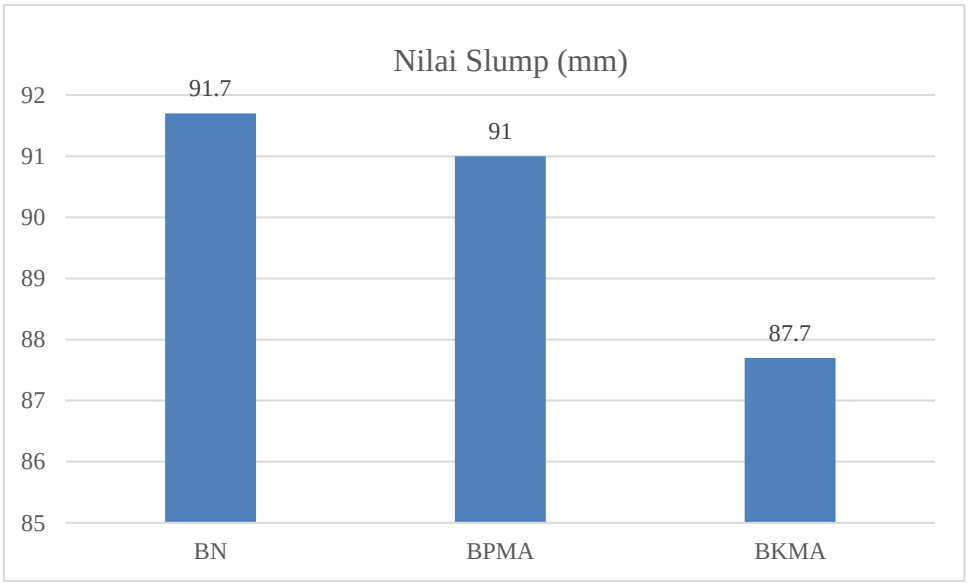
Agar tidak terjadi kekurangan bahan pada saat pengadukan beton maka diperlukan penambahan volume silinder sebesar 10%

Volume 27 silider x 15% = 0,0053 m^3

Vol. Total = Vol. 27 silinder + Vol. Tambahan = 0,636 m^3

C. Nilai Slump

Pengujian nilai *Slump test* di lakukan 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.



Gambar 4.1 Grafik nilai slump pada setiap pengujian
(Sumber: data hasil pengujian slump di laboratorium)

Dari gambar 4.1 tampak bahwa pada beton normal memiliki nilai slump pada beton normal adalah 91,7 mm hampir sama dengan nilai slump variasi

Pasir Sungai Mata Allo yaitu 90 mm. Pada campuran kerikil sungai Mata Allo dibandingkan dengan beton normal dan pasir sungai mengalami penurunan nilai slump sebesar 87,7 mm. Penurunan nilai slump ini menunjukkan bahwa dapat menambah gesekan internal dalam campuran dan meningkat Workability yang lebih baik

D. Hasil Uji Kuat Tekan

Setelah melakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan uji kuat tekan terhadap benda uji. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dengan sebanyak 3 sampel yang terdiri dari 3 variasi campuran yaitu beton normal, Silika Pasir Sungai Mata Allo, dan Kerikil Sungai Mata Allo. Untuk masing-masing variasi campuran disiapkan 3 sampel silinder dengan ukuran benda uji 150 x 300 mm. sebelum melakukan uji kuat tekan beton maka terlebih dahulu melakukan penimbangan benda uji untuk setiap variasi yang akan dijadikan sampel uji.

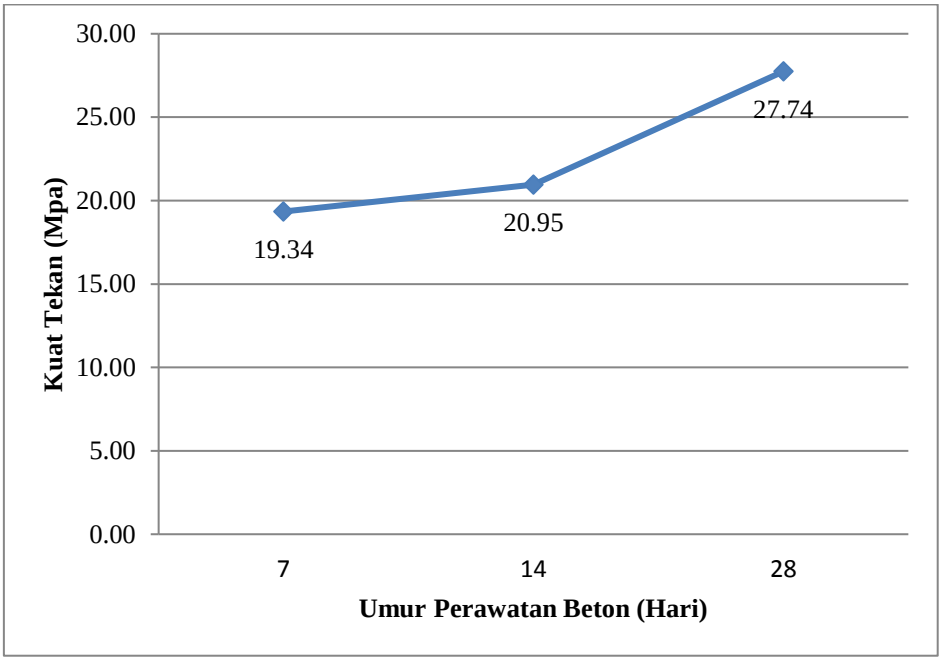
Adapun dari hasil pengujian kuat tekan yang diperoleh sebagai berikut:

1. Beton Normal

Tabel 4. 5 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton normal.

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	11,44	342	19,34
2	14 Hari	12,03	370	20,95
3	28 Hari	12,20	490	27,74

Terdapat tiga sampel uji beton normal dengan silinder 150 x 300 mm, kuat tekan rata-rata 19,34 Mpa selama 7 hari, , 20,95 Mpa selama 14 hari, dan 27,74 Mpa selama 28 hari.



Gambar 4.3 Grafik pengujian kuat tekan beton normal
(Sumber: Data penimbangan beton di laboratorium)

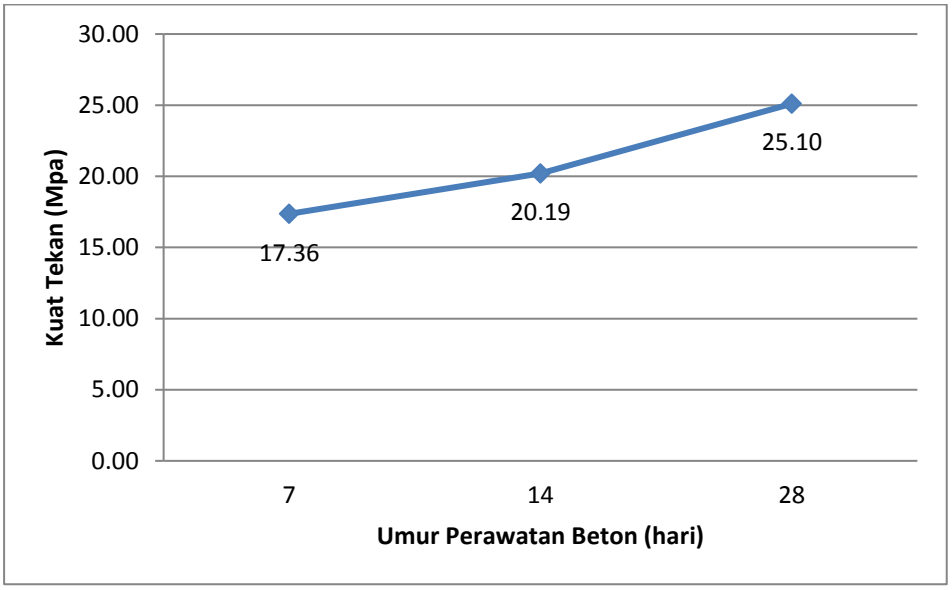
Pada gambar 4.3 dapat dijelaskan bahwa beton normal mengalami peningkatan 1,60 Mpa dari umur 7 hari ke umur 14 hari, sedangkan untuk umur 14 hari ke umur 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 6,79 Mpa.

2. Beton dengan pasir sungai Mata Allo

Tabel 4. 6 Rekaputulasi hasil pengujian kuat tekan beton Pasir Sungai Mata Allo

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	11,38	306	17,36
2	14 Hari	12,17	356	20,19
3	28 Hari	12,66	443	25,10

Pada pengujian sampel uji beton Pasir Sungai Mata Allo dengan silinder 150 x 300 mm dihasilkan sampel kuat tekan rata-rata 17,36 Mpa selama 7 hari, 20,19 Mpa selama 14 hari, dan 25,10 Mpa selama 28 hari.



Gambar 4.4 Grafik pengujian kuat tekan beton pasir sungai
(Sumber: Hasil olah data)

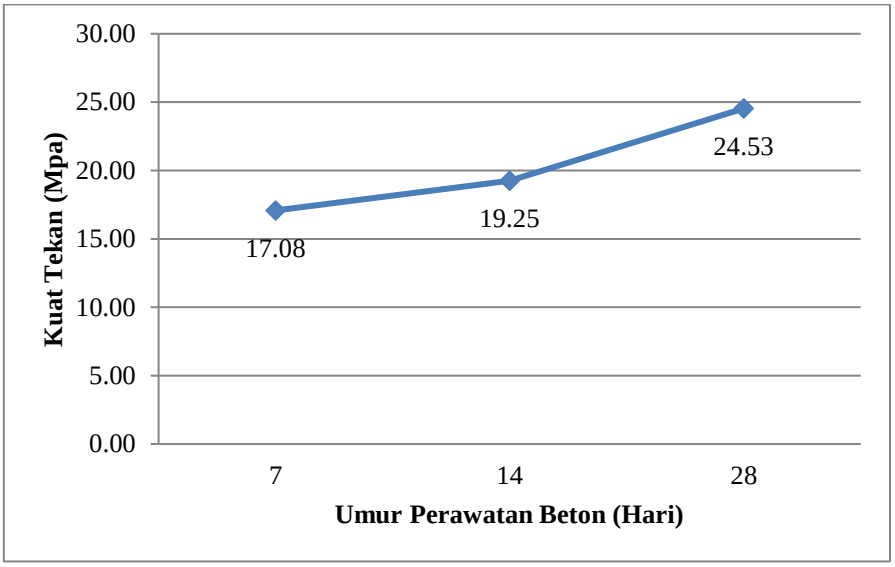
Pada gambar 4.4 dapat dijelaskan bahwa beton dengan penggunaan pasir sungai Mata Allo mengalami peningkatan 2,83 Mpa dari umur 7 hari ke umur 14 hari, sedangkan untuk umur 14 hari ke umur 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 4,91 Mpa.

3. Beton dengan Kerikil Sungai Mata Allo

Tabel 4. 7 Rekaputulasi hasil pengujian kuat tekan beton Kerikil Sungai Mata Allo

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	11,183	302	17,08
2	14 Hari	12,067	340	19,25
3	28 Hari	12,180	434	24,53

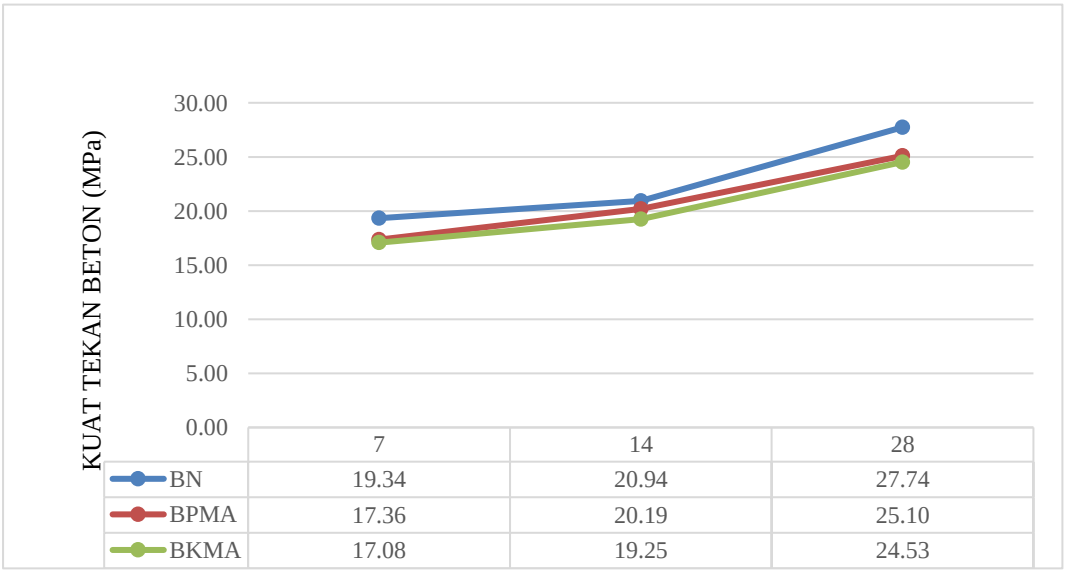
Pada pengujian sampel uji beton Pasir Sungai Mata Allo dengan silinder 150 x 300 mm dihasilkan sampel kuat tekan rata-rata 17,08 Mpa selama 7 hari, 19,25 Mpa selama 14 hari, dan 24,53 Mpa selama 28 hari.



Gambar 4.5 Grafik pengujian kuat tekan beton kerikil sungai
(Sumber: Hasil olah data)

Pada gambar 4.5 dapat dijelaskan bahwa beton dengan penggunaan 100% pasir sungai Mata Allo pada umur 7 hari mendapatkan hasil 17,08 Mpa, pada umur ke 14 hari 19,25 Mpa mengalami peningkatan 2,17 Mpa atau 12,73% dari umur 7 hari ke umur 14 hari, sedangkan untuk umur 28 hari kuat tekan nya 24,53 Mpa mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 5,24 Mpa atau 27,44% kenaikan.

Berikut adalah grafik gabungan penggunaan pasir dan kerikil sungai Mata Allo



Gambar 4.6 Grafik gabungan pengaruh penggunaan pasir dan kerikil sungai Mata Allo pengujian Kuat Tekan Beton *(Sumber: Hasil olah data)*

Berdasarkan grafik pengaruh penambahan silika fume terhadap kuat tekan beton, dapat disimpulkan bahwa kenaikan Kuat Tekan pada Umur 7 Hari pada beton normal (BN) mencapai 19,34 MPa. Beton dengan variasi Pasir Sungai (BPMA) mengalami penurunan menjadi 17,36 MPa. Beton dengan variasi kerikil Sungai Mata Allo (BKMA) mengalami penurunan menjadi 17,08 MPa.. Penurunan kuat tekan pada umur 7 hari menunjukkan bahwa subtitusi pasir dan kerikil Sungai Mata Allo dapat menurunkan kekuatan awal beton secara signifikan.

Kenaikan Kuat Tekan pada Umur 14 Hari pada Beton normal (BN) mencapai 20,95 Mpa mengalami kenaikan 54,89% dari umur 7 hari. Beton dengan variasi pasir sungai Mata Allo mengalami kenaikan nilai kuat tekan yaitu 20,19 Mpa atau 16,31% dari umur 7 hari. Beton dengan variasi kerikil Sungai Mata Allo 19,25 Mpa atau 12,73% peningkatan dari umur beton 7 hari. Penurunan kuat tekan pada umur 14 hari menunjukkan bahwa penggunaan pasir dan kerikil Sungai Mata Allo dapat menurunkan kekuatan beton secara signifikan.

Kenaikan Kuat Tekan pada Umur 28 Hari pada Beton normal (BN) mencapai 27,74 MPa. Beton dengan variasi pasir Sungai Mata Allo mengalami penurunan menjadi 25,10 MPa. Beton dengan variasi kerikil Sungai Mata Allo mengalami penurunan menjadi 24,53 MPa. Penurunan kuat tekan pada umur

28 hari menunjukkan bahwa penggunaan pasir dan kerikil Sungai Mata Allo dapat menurunkan kuat tekan beton secara signifikan.

Secara keseluruhan, penggunaan pasir dan kerikil Sungai Mata Allo pada campuran beton dapat menurunkan kuat tekan beton pada setiap umur pengujian.

E. Kuat Tarik Belah

Setelah melalui proses pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tarik belah terhadap benda uji tersebut. Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan benda uji berupa silinder dengan ukuran panjang 30 cm dan diameter 15 cm sebanyak 8 buah sampel, yang terdiri dari beton normal, subtitusi pasir Sungai Maa Alllo, dan subtitusi kerikil Sungai Mata Allo. Untuk masing-masing variasi campuran disiapkan 3 sampel silinder, kemudian setiap benda uji yang akan dilakukan pengujian kuat tarik belah beton ditimbang terlebih dahulu.

Adapun hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dengan umur perawatan 28 hari terhadap beton normal, pasir sungai Mata Allo, kerikil sungai Mata Allo adalah sebagai berikut:

1. Beton Normal

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton normal dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 8 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton normal *(Sumber: Hasil pengolahan data)*

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tarik Belah f'c (MPa)
1	28 Hari	11.920	140	300	150	6,444
2	28 Hari	12.055	150	300	150	
3	28 hari	12,300	145	300	150	

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton normal didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 6,444 Mpa. Berdasarkan sumber nilai kuat tarik belah berkisar antara 9 - 15%. Sehingga nilai pengujian kuat tarik belah sudah sesuai dengan standar nilai kuat tarik belah.

Dari hasil pengujian kuat tarik belah pada benda uji, tidak mengalami segregasi (penyebaran tidak merata agregat pada beton) karena agregat pada benda uji tersebar merata dalam campuran, dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.7 Hasil Tarik belah beton normal
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Dari gambar pengujian kuat tarik belah pada benda uji, penyebaran agregat pada beton dapat dirumuskan berdasarkan dari perhitungan berikut:

a. Sebaran agregat bagian atas

$$\% \text{ Sebaran agregat} = \frac{S.Agregat\ Atas}{Total\ agregat} \times 100$$

$$= \frac{86}{185} \times 100$$

$$= 46{,}48\ \%$$

b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\% \text{ Sebaran agregat} = \frac{S.Agregat\ Bawah}{Total\ agregat} \times 100$$

$$= \frac{99}{185} \times 100$$

$$= 53{,}52\ \%$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 46,48 % : 53,52 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

2. Beton Pasir Sungai Mata Allo

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi pasir sungai Mata Allo dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi Pasir sungai Mata Allo (Sumber: Hasil pengolahan data)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tarik Belah (MPa)
1	28 Hari	11.930	145	300	150	6,222
2	28 Hari	12.310	145	300	150	
3	28 Hari	12,555	130	300	150	

Pada pengujian kuat tarik belah beton pada variasi beton pasir sungai Mata Allo didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 6,222 MPa.



Gambar 4. 8 Gambar Tarik belah pasir sungai Mata Allo

Dari gambar pengujian kuat tarik belah pada benda uji, penyebaran agregat pada beton dapat dirumuskan berdasarkan dari perhitungan berikut:

a. Sebaran agregat bagian atas

$$\% \text{ Sebaran agregat} = \frac{S.Agregat\ Atas}{Total\ agregat} \times 100$$

$$= \frac{16}{34} \times 100$$

$$= 47{,}05\ \%$$

b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\% \text{ Sebaran agregat} = \frac{S.Agregat\ Bawah}{Total\ agregat} \times 100$$

$$= \frac{18}{34} \times 100$$

$$= 52{,}94\ \%$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 56,09% : 43,90 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

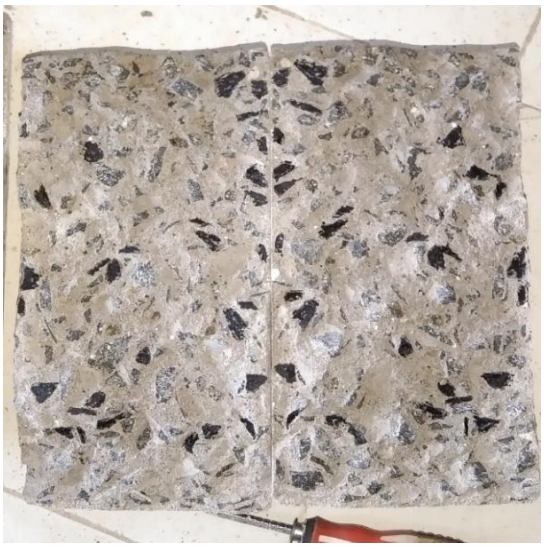
3. Beton kerikil sungai Mata Allo

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi kerikil sungai Mata Allo dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.10 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi kerikil sungai Mata Allo (Sumber: Hasil pengolahan data)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat tarik belah (MPa)
1	28 Hari	12,130	140	300	150	5,778
2	28 Hari	12,050	115	300	150	
3	28 Hari	12,115	135	300	150	

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton variasi kerikil sungai Mata Allo didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 5,778 Mpa.



Gambar 4.9 Gambar tarik belah kerikil sungai Mata Allo

Dari gambar pengujian kuat tarik belah pada benda uji, penyebaran agregat pada beton dapat dirumuskan berdasarkan dari perhitungan berikut:

a. Sebaran agregat bagian atas

$$\% \text{ Sebaran agregat} = \frac{S.Agregat\ Atas}{Total\ agregat} \times 100$$

$$= \frac{14}{29} \times 100$$

$$= 48{,}27\ \%$$

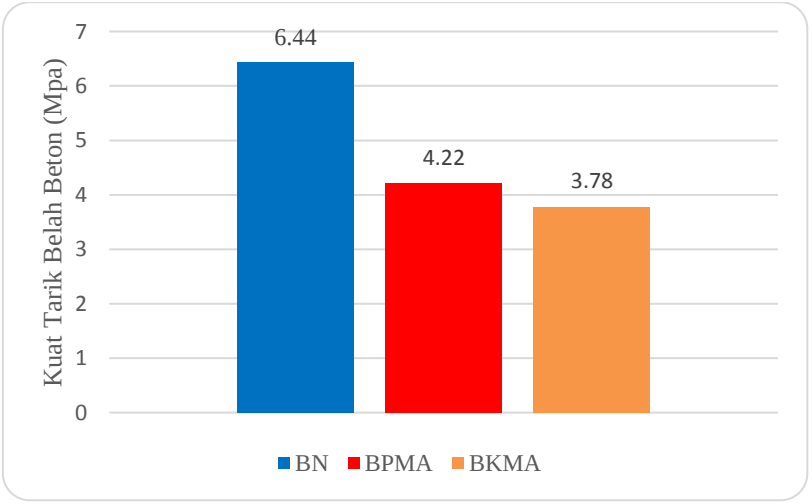
b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\% \text{ Sebaran agregat} = \frac{S.Agregat\ Bawah}{Total\ agregat} \times 100$$

$$= \frac{15}{29} \times 100$$

$$= 51{,}72\ \%$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 48,27% : 51,72 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

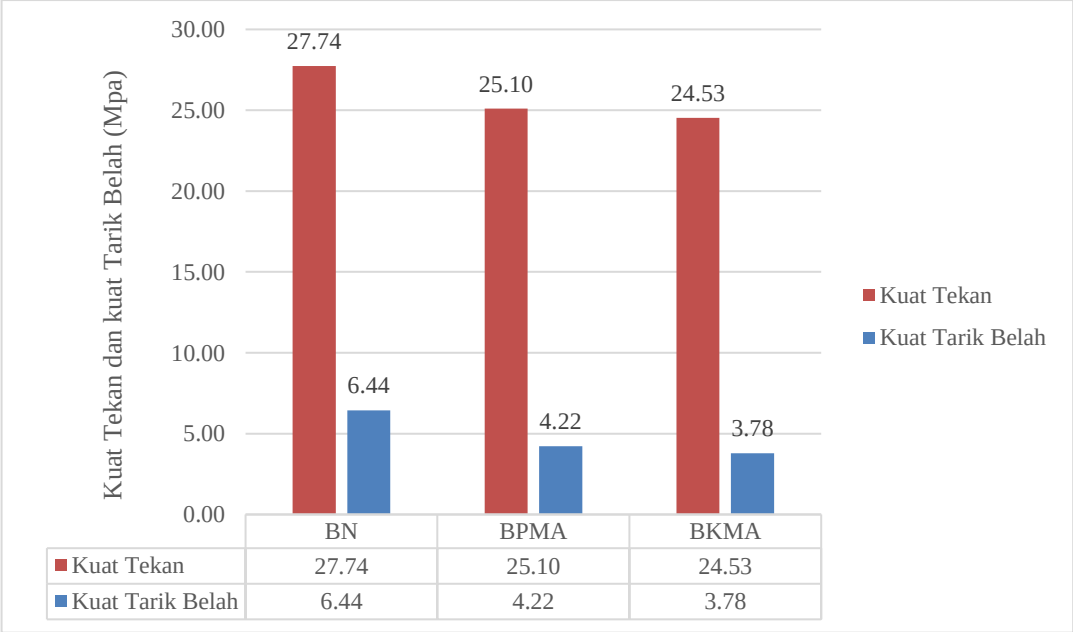


Gambar 4. 10 Grafik Gabungan Kuat Tarik Belah Beton

Pada grafik gabungan pengaruh penggunaan pasir sungai dan kerikil sungai Mata Allo dapat dijelaskan bahwa beton normal (BN) memiliki kuat tarik belah tertinggi sebesar 6,44 MPa, diikuti oleh beton dengan pasir sungai sebesar (BPMA) 4,22 MPa, dan beton dengan kerikil sungai (BKMA) sebesar 3,78 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa jenis agregat berpengaruh terhadap kekuatan tarik beton, di mana agregat pada beton normal memberikan ikatan yang lebih baik dibandingkan pasir dan kerikil sungai.

C. Hubungan antara kuat tekan dan tarik belah

Berikut adalah grafik pengaruh penggunaan pasir lagading terhadap kuat tarik belah beton :



Gambar 4.11 Grafik perbandingan kuat tekan dan tarik belah beton

Berdasarkan gambar 4. 11, perbandingan kuat tekan dan kuat tarik belah beton menunjukkan bahwa jenis material agregat yang digunakan memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan beton. Beton normal (BN)

menunjukkan performa terbaik, dengan nilai kuat tekan mencapai 27,74 MPa dan kuat tarik belah sebesar 6,44 MPa. Sementara itu, beton yang menggunakan pasir sungai (BPMA) memiliki kuat tekan sedikit lebih rendah, yaitu 25,10 MPa, dan kuat tarik belah sebesar 4,22 MPa. Beton dengan agregat kerikil sungai (BKMA) menunjukkan performa terendah, dengan kuat tekan hanya sebesar 24,53 MPa dan kuat tarik belah sebesar 3,78 MPa.

Jika dibandingkan, beton normal memiliki kuat tekan 2,64 MPa lebih tinggi dibandingkan beton dengan pasir sungai, dan 3,21 MPa lebih tinggi dibandingkan beton dengan kerikil sungai. Untuk kuat tarik belah, beton normal unggul sebesar 2,22 MPa dibandingkan beton pasir sungai, dan 2,66 MPa lebih tinggi dibandingkan beton kerikil sungai. Perbandingan ini menunjukkan bahwa jenis material agregat memiliki pengaruh besar terhadap performa beton, di mana beton normal memberikan hasil kekuatan terbaik dibandingkan variasi agregat lainnya.

.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pengaruh penggunaan agregat sungai Mata Allo pada kuat tekan beton mengalami penurunan. Pada beton normal umur 7 hari dengan rata-rata 19,34 Mpa, beton pengujian 14 hari 20,95 Mpa dan pengujian 28 hari dengan rata-rata 27,74 Mpa. Pada variasi pasir sungai Mata Allo umur 7 hari dengan rata-rata 17,36 Mpa, beton pengujian umur 14 hari 20,19 Mpa dan pengujian 28 hari dengan rata-rata 25,10 Mpa. Pada variasi kerikil sungai Mata Allo umur 7 hari dengan rata-rata 17,08 MPa. Beton pengujian umur 14 hari 19,25 Mpa dan pada pengujian 28 hari dengan rata- rata 24,53 MPa. Berdasarkan hasil penelitian kuat tarik belah mengalami penurunan pada penggunaan agregat sungai Mata Allo, pada pengujian benton normal umur 28 hari 6,444 MPa, pada pengujian variasipasir sungai Mata Alloengan rata-rata 4,222 MPa dan adapun pengujian pada variasi kerikil sungai Mata Allo dengan rata-rata 3,778 MPa.

B. Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan penggunaan pasir sungai dan kerikil sungai Mata Allo dengan variasi lebih sedikit guna mengetahui kadar penggunaan optimum pada pasir sungai.
2. Berdasarkan hasil yang didapatkan penggunaan pasir dan kerikil sungai pada beton menurunkan kualitas beton sehingga penggunaan lebih disarankan untuk penggunaan struktur ringan.

3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan superplasticizer dalam campuran beton pasir dan kerikil sungai agar kuat tekan beton pasir dan kerikil sungai Mata Allo dapat mengimbangi beton normal.

DAFTAR PUSTAKA

Amir, A. A., Mahmud, M., & Guntur, A. (2022). Analisa Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai Sandang Muliasari Unaaha dan Kerikil Amonggedo Pondidaha Kabupaten Konawe. *Jurnal Teknik Sipil*, *3*(2), 423–
428. https://doi.org/10.31284/j.jts.2022.v3i2.3405

Aryatnie, P. A. (2021). Pengaruh penggunaan limbah styrofoam terhadap karakteristik kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan clc. universitas sumatera utara.

Asmara, F. J., Suhendra, S., & Dwiretnani, A. (2021). Analisis Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Yang Menggunakan Pasir Sungai Batang Asai Dan Pasir Sungai Batanghari. *Jurnal Talenta Sipil*, *4*(1), 1–5. https://doi.org/10.33087/talentasipil.v4i1.42

Atmaja, S. H., & Irwansyah, M. (2021). Analisa Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus Pasir Pantai Bunga Dan Pasir Sungai. *Jurnal Bidang Aplikasi Teknik Sipil Dan Sains*, *1*(1), 9–18.

Bere, M. D., Simanihuruk, B., & Dewita, H. (2021). Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Pada Beton Busa Dengan Pemakaian Pasir Abu Batu Sebagai Agregat Halus. *Kajian Teknik Sipil*, *6*(2), 1–10.

Bintoro, A. Y., Limantara, A. D., & Winarto, S. (2018). Evaluasi Kekuatan ConcBlock Dengan Agregat Halus dan Agregat Kasar dari Tempurung Kelapa. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, *1*(1), 160–171. https://doi.org/10.30737/jurmateks.v1i1.162

Dewi, Y. F. Z., Manalip, H., & Windah, R. S. (2020). Pengaruh Penggunaan Serbuk Cangkang Telur Sebagai Subsititusi Parsial Semen Terhadap Nilai Kuat Tarik Belah Beton. *Sipil Statik*, *8*(3), 375–382.

Dwi Ramayati, N., & Kartini, W. (2024). Pengaruh Penambahan Serat Fiberglass Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton. Jurnal Al Ulum Lppm Universitas Al Washliyah Medan, *12*(2).

Hasyim, A., & Sari, D. K. (2020). Pembuatan Beton Campuran Styrofoam Menggunakan Agregat Pasir Bengawan Solo. *Jurnal Universitas Kadiri Riset Teknik Sipil*, *4*(1), 28–38. https://doi.org/10.30737/ukarst.v3i2

Imran, & Yunus, M. (2017). Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Yang Menggunakan Pasir Laut Sebagai Agregat Halus Di Kabupaten Fakfak Provinsi Papua Barat. Jurnal Inovtek Polbeng, *7*(2), 234–240.

Mahendra, Y. I, Gardjito. E, Ridwan. A, Wicaksono. H. (2021). Meningkatkan Kuat Tekan Beton Fc' 16,60 Mpa Menggunakan Fly Ash Dan Arang Batok Kelapa. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, *4*, 1–13. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121

Masgode, M. B., & Imran. (2021). Analisis Kuat Tekan Beton Normal Dengan Menggunakan Pasir Sungai Ulu Lapao-Pao. *Jurnal Teknik*, *14*(2), 26–33.

Mulyadi, A., Suanto, P., & Meiza, R. (2020). Analisis Kuat Tarik Belah Beton Pada Standar Kuat Tekan K200 Dengan Menggunakan Limbah Pecahan Tempurung Kelapa Sebagai Pengganti Agregat Kasar. *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*, *10*(2), 69–76.

Pangloli, E. K., Parung, H., & Mara, J. (2022). Pemanfaatan Agregat Sungai Mata Allo Enrekang Sebagai Campuran Beton. *Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ)*, *4*(1), 33–43.

Prasetyo, D. A., & Adrilian, D. (2021). Analisis Pengaruh Perbandingan Pasir Galunggung Dengan Pasir Cimalaka Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Rendah. *TEDC*, *15*(3), 301–306.

Sakura, R., Suhaimi, & Haiqal, F. (2022). Analisa Penggunaan Pasir Laut Pada Campuran Beton Dengan Penambahan Sika Grout Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton. *Jurnal Rekatek Universitas Almuslim*, *6*(2), 39–54.

Sakura, R., Suhaimi, S., & Haikal, F. (2022). Analisa Penggunaan Pasir Laut Pada Campuran Beton Dengan Penambahan Sika Grout Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton. *Jurnal Rekayasa Teknik Dan Teknologi*, 6(2). https://doi.org/10.51179/rkt.v6i2.1374

Wibowo, Mediyanto, A., & Syaufina, T. R. (2019). Kajian Kuat Tarik Belah Pada Beton Mutu Tinggi Memadat Mandiri Dengan Variasi Komposisi Metakaolin dan Superplasticizer Masterease 3029. *E-JurnalMatriks Teknik Sipil*, 240– 246.

Wimaya, S., Ridwan, A., & Winarto, S. (2020). Modifikasi Beton Fc 9,8 Mpa Menggunakan Abu Ampas Kopi. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, *3*(2), 234. https://doi.org/10.30737/jurmateks.v3i2.1096

Yoga Sasmita, A. (2021). Beton Dengan Agregat Kasar Berbahan Sampah Kantong Plastik. *9*(1), 9–016.

SNI 03-1968-1990, Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar, BSN

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 03-2491-2002 Pengujian Kuat tarik Belah