

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Perkembangan konstruksi di Indonesia dimana hampir 70% bahan bangunannya adalah beton. Berbagai bangunan dibangun dengan menggunakan beton sebagai bahan utama bangunan, struktur terapung, dan transportasi. Beton terdiri dari campuran agregat halus (pasir) dan agregat kasar (pasir), yang ditambahkan semen dan perekat berbasis air sebagai bantuan dalam reaksi kimia selama proses pengawetan (Mulyono, 2003).

Agregat halus adalah pasir alam atau pasir yang dihasilkan oleh industry pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran sebesar 5,0 mm. agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton serta mempunyai tekstur yang tajam dan keras tidak dapat dihancurkan oleh jari dan tidak mudah aus atau pecah. Pasir Sungai adalah salah satu pasir yang berasal dari sungai mempunyai ukuran butiran sedang dan tidak terlalu besar. Pasir Sungai memiliki ukuran 0,063 mm hingga 5 mm. Pasir sungai bisa dimanfaatkan sebagai salah satu campuran untuk mendapat hasil beton yang lebih kuat.

Pengujian beton normal yang sudah pernah dilakukan sebelumnya penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan mutu beton yang direncanakan adalah 20 MPa, hasil pengujian kekuatan beton normal menggunakan

pasir petok memiliki nilai kuat tekan 21 MPa, kuat tarik belah 2,1 MPa (Yaumissadaah, dkk 2022).

Pasir sungai Kalempang yang berlokasi di Kecamatan Pitu Riawa, Kabupaten Sidenreng Rappang mempunyai deposit material cukup melimpah, sumber yang dekat dan terjangkau dari pemukiman masyarakat setempat, di daerah tersebut terdapat sungai yang memiliki ketersediaan agregat halus, masyarakat setempat seringkali memilih menggunakan material agregat pasir sungai tersebut untuk perencanaan rumah tinggal karena dapat digunakan sebagai salah satu bahan campuran beton dan akses menuju lokasi mudah dijangkau. Akan tetapi masyarakat sekitar hanya mengetahui metode panakaran bahan-bahan penyusun beton dilapangan saja. Oleh karena itu material tersebut harus di teliti lebih lanjut di laboratorium agar dapat mengetahui sifat dan karakteristik material sebagai upaya meningkatkan kualitas mutu beton sehingga dapat diketahui kelayakan pasir sungai Kalempang untuk dijadikan sebagai bahan campuran beton.

Berdasarkan dari latar belakang di atas saya tertarik untuk meneliti pasir sungai Kalempang Kabupaten Sidenreng Rappang sebagai pengganti agregat halus dengan judul “**Analisa Kualitas Pasir Sungai Kalempang Terhadap Pengujian Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton**”

### **B. Rumusan Masalah**

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

1. Bagaimana karakteristik agregat halus sungai Kalempang?

2. Bagaimana pengaruh pemakaian agregat halus sungai Kalempang terhadap kuat tekan dan tarik belah beton?

### **C. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui karakteristik agregat halus sungai Kalempang
2. Untuk mengetahui pengaruh pemakaian agregat halus sungai Kalempang terhadap kuat tekan dan tarik belah beton

### **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 halus yang digunakan adalah pasir sungai Kalempang Kabupaten Sidenreng Rappang.
4. Agregat kasar yang di gunakan adalah kerikil / batu pecah di ambil di gunung batu Lawowoi
5. Menggunakan metode SNI 03-2834-2000 perencanaan campuran (Mix Design)
6. Campuran beton dicetak berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm
7. Variasi benda uji adalah 3 buah, terdiri dari beton normal, pasir sungai 50%, dan pasir sungai 100%
8. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari
9. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari.

### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Adapun manfaat penelitian yang dilakukan penulis yaitu :
2. Memanfaatkan pasir sungai Kalempang sebagai material pengganti agregat halus untuk campuran beton.
3. Mengetahui kelayakan penggunaan agregat sungai Kalempang sebagai material konstruksi.
4. Sebagai rekomendasi pemerintah Kabupaten Sidenreng Rappang sebagai bahan material beton

### **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**

Bab ini menguraikan teori-teori pendukung, teknik-teknik statistika.

#### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang langkah-langkah dalam pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian serta menulis mengenai jenis data yang dibutuhkan dan bagaimana mendapatkannya.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang hasil yang telah dicapai dari hasil pengambilan data di lapangan.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran keseluruhan penulis berdasarkan dari hasil Analisa.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Beton**

Beton merupakan suatu bahan komposit yang dihasilkan dari pencampuran bahan-bahan agregat halus, agregat kasar, air, semen atau bahan lain yang berfungsi sebagai bahan pengikat hidrolis, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan. 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<sup>3</sup> sampai 2500 kg/m<sup>3</sup> 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 (Latri 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 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 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 diisyratkan 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/m<sup>3</sup>.

### **3. Kinerja Beton**

Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal

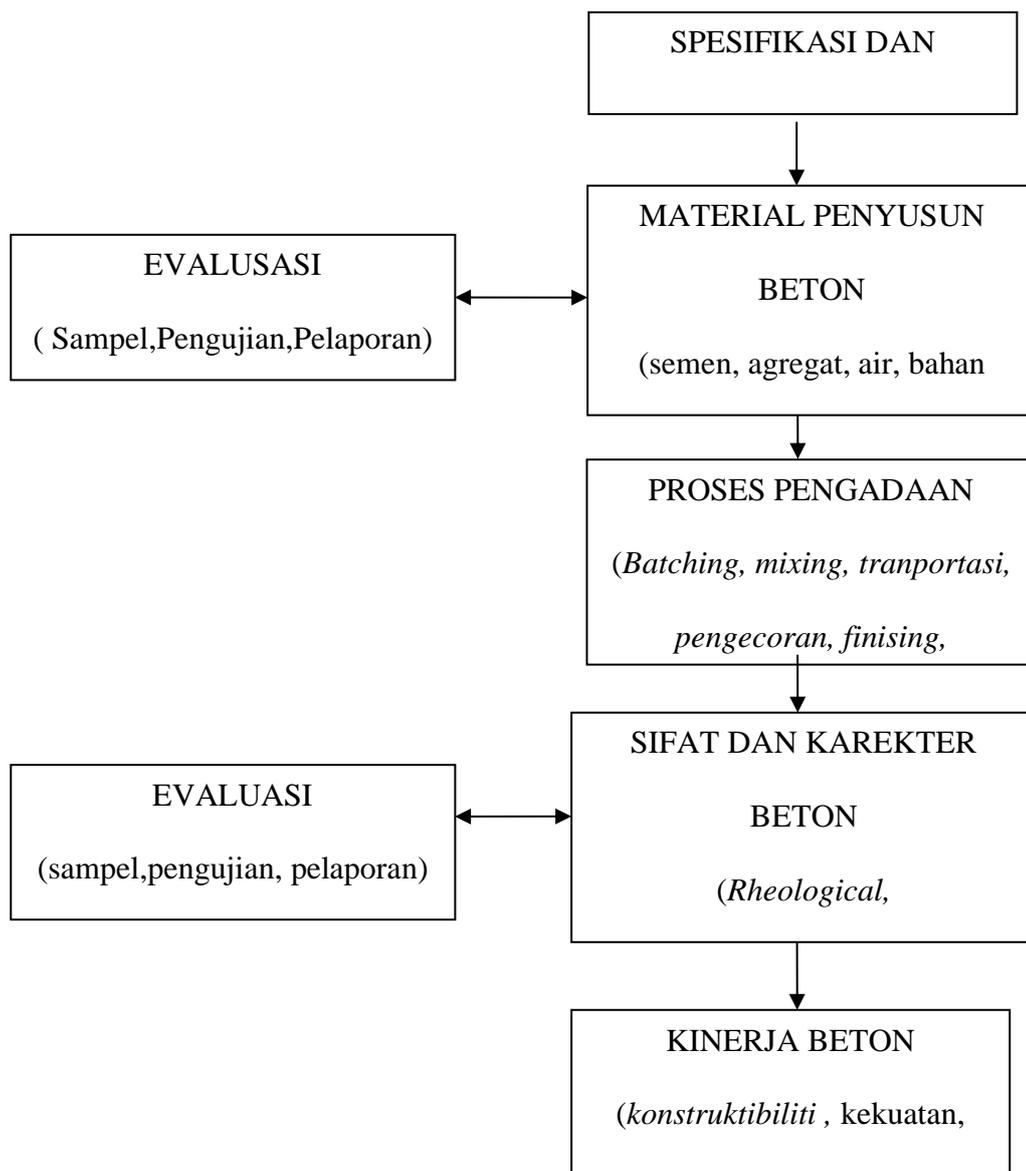
itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan kerja. Selain dua kinerja utama yang telah disebutkan diatas, yaitu kekuatan yang tinggi dan kemudahan pengerjaannya, kelangsungan proses pengadaan beton dalam proses produksinya juga menjadi salah 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 ( sumber: *STP 169C, Concerete, and Concerete-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). Itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan kerja, selain dua kinerja utama 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)..

#### **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 (C3S), Dikalsium Silikat (C2S), Trikalsium Aluminat (C3A), Tetrakalsium

Aluminoferrite (C4AF). Sifat-sifat senyawa dalam semen sangat penting untuk dikaji. Senyawa C2S dan C3S biasanya menempati 70-80% dari proporsi semen sehingga mendominasi sifat dan kinerja semen. Bila semen tercampur dengan air dan menghasilkan panas, maka C3S akan segera berhidrasi dan menyumbangkan kontribusi besar dalam pengerasan semen sebelum umur 14 hari.

Dalam proses hidrasi, senyawa C2S lebih lambat bereaksi dengan air sehingga hanya berpengaruh terhadap perkerasan semen setelah berumur 7 hari. Senyawa C2S membuat semen lebih tahan terhadap serangan kimia dan dapat mengurangi susut akibat pengeringan.

Untuk senyawa C3A, 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 C3A 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 C4AF.

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<sub>3</sub>, NaO dan K<sub>2</sub>O sehingga dilakukan beberapa pembatasan. Selain dari sifat kimia yang telah dijelaskan diatas, semen juga memiliki sifat fisik semen yaitu ditinjau dari kehalusan butiran semen dan pengikatan dan pengerasan semen.

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

- 1) Pengikatan awal (Initial Time), adalah waktu dari pencampuran semen dan air sampai kehilangan sifat keplastisannya
- 2) Pengikatan akhir adalah waktu dari pencampuran semen dan air sampai mencapai pastinya 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 C2S dan C3S 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<sub>3</sub>, klinker bebas kapur, komposisi senyawa klinker, SO<sub>3</sub> dari semen dan bentuk SO<sub>3</sub>.

#### **b. Agregat**

Menurut PBI agregat adalah butiran-butiran mineral yang dicampurkan dengan semen Portland dan air menghasilkan beton (Latri 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

## 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.

**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 penguatan beton. Kekuatan dari beton ditentukan oleh perbandingan berat air dan semen (Ahmad Dumyati, 2015: 5).

**d. 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.

## **5. Kuat tekan pada beton**

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

$$F_c = PA \quad (1)$$

Keterangan:

$F_c$  : Kuat Tekan Beton (kg/cm<sup>2</sup>)

$P$  : Beban yang bekerja (kg)

A : Luas penampang benda (cm<sup>2</sup>)



**Gambar 2. 2** Pengujian Kuat Tekan Pada Beton (*Sumber : Dokumentasi contoh pengujian kuat tekan beton*)

## **6. Kuat Tarik Belah Pada Beton**

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).

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) :

$$f'_{sp} = 2 P \pi L D \quad (2)$$

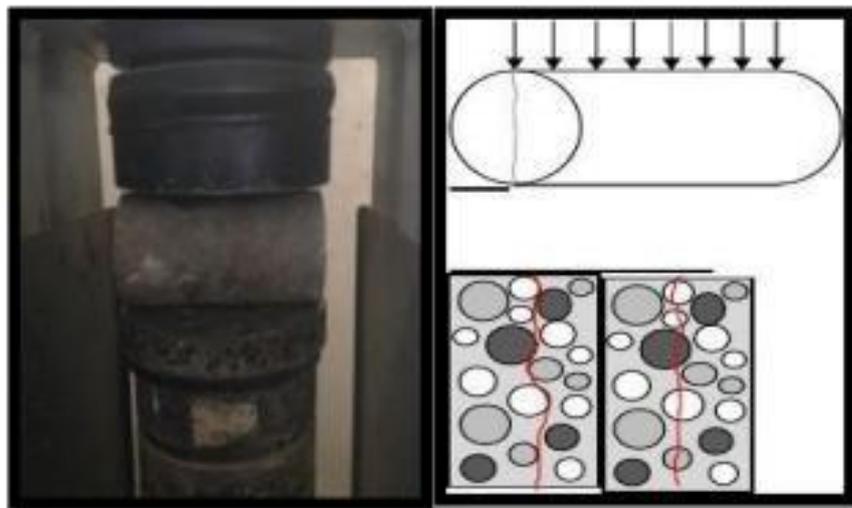
Keterangan:

$f'_{sp}$  : Kuat Tarik Belah (N/mm<sup>2</sup>)

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 : (Dewi et al., 2020)*

### B. Ekuivalensi Metode Pengujian yang Digunakan

**Tabel 2. 1** 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

Lanjutan

31,2 Mpa K-(350)	448	667	1000	215	0,48
24,0 Mpa K-(275)	406	684	1026	215	0,53
26,4 Mpa K-(300)	413	681	1021	215	0,52
31,2 Mpa K-(350)	448	667	1000	215	0,48

### C. 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 0,52-0,55<sup>√</sup> dan nilai perbandingan kuat Tarik belah berkisar 8,78-11,59% dari kuat tekan beton.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Frans Jovian Asmara, Suhendra, Annisaa Dwiretnani pada tahun (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 rata-rata 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 Handika Setya Wijaya, Blasius Tahik pada tahun (2020 ). Dengan judul Uji Kelayakan Kualitas Pasir Sungai Maubesi Dengan Pasir Lumajang Terhadap Kuat Tekan Beton Dan Kuat Tarik Beton ( Mutu  $F_c'$  25 Mpa). Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan, Pasir sungai memiliki modulus kehalusan 2,747 dan masuk zona 1. Hasil dari uji kuat tekan beton umur 7 hari, pasir Maubesi memiliki tegangan tekan beton sebesar 13,472, 20,727 MPa (umur beton 28 hari). Sedangkan berdasarkan hasil kuat Tarik belah beton dari agregat Maubesi Timor Tengah Utara memiliki kuat tarik sebesar 1,529 MPa (umur beton 7 hari), 2,352 MPa (umur beton 28 hari). Hasil berbeda didapatkan dari pengujian tekan dari pasir Lumajang. Hasil dari uji kuat tekan beton umur 7 hari didapatkan data sebesar 18,072 MPa (umur beton 7 hari), 27,802 MPa (umur beton 28 hari). Sedangkan nilai kuat Tarik belah beton agregat Lumajang sebesar 2,143 MPa (umur beton 7 hari), 3,297 MPa (umur beton 28 hari). Modulus elastisitas agregat Maubesi Timor Tengah Utara 25677,1 N/mm<sup>2</sup> sedangkan untuk agregat Lumajang 25385,9141 N/mm<sup>2</sup>

4. Imam Ashari. Dengan judul Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Halus Pasir Citarik (Sukabumi) Dan Pasir Jebrod (Cianjur). Penelitian ini tujuan dilakukannya ialah dapat membandingkan kedua jenis agregat halus yaitu pasir Citarik (Sukabumi) dan pasir Jebrod (Cianjur) sebagai bahan campuran pembentuk beton baik dari segi kualitas, biaya serta kuat tekan beton yang dihasilkan. Hasil pengujian kuat tekan pada umur 7 hari dengan beton menggunakan pasir Citarik memiliki nilai kuat tekan rata-rata 3,662 MPa dan beton menggunakan pasir Jebrod memiliki nilai kuat tekan rata-rata 7,079 MPa. Pengujian kuat tekan pada umur 14 hari dengan beton menggunakan pasir Citarik memiliki nilai kuat tekan rata-rata 5,305 MPa dan beton menggunakan pasir Jebrod memiliki nilai kuat tekan rata-rata 9,420 MPa. Pengujian kuat tekan pada umur 28 hari dengan beton menggunakan pasir Citarik memiliki nilai kuat tekan rata-rata 6,249 MPa dan beton menggunakan pasir Jebrod memiliki nilai kuat tekan rata-rata 9,836 MPa. Perbandingan kuat tekan rata-rata beton menggunakan pasir Citarik dengan beton menggunakan pasir Jebrod ialah 1 : 1,93 pada umur beton 7 hari. Perbandingan kuat tekan rata-rata beton menggunakan pasir Citarik dengan beton menggunakan pasir Jebrod ialah 1 : 1,78 pada umur beton 14 hari. Perbandingan kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari beton menggunakan pasir Citarik dengan beton menggunakan pasir Jebrod ialah 1 : 1,57.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Nurnilam Oemiati, dkk pada tahun (2022) Dengan judul Analisa Agregat Pasir Sungai Selangis, Sungai Kikim Dan Sungai Ogan Terhadap Kuat Tekan Beton  $f_c'_{24}$ . Penelitian ini bertujuan untuk

mengetahui nilai kuat tekan beton  $F_c'_{24}$  dari agregat pasir ke-tiga sungai-sungai tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan agregat pasir Sungai Kikim Bungamas bernilai 21,28 MPa; agregat pasir Sungai Selangis Gumay Ulu bernilai 24,83 MPa dan agregat pasir Sungai Ogan Talang Balai bernilai 25,66 MPa. Terlihat bahwa nilai tertinggi adalah pasir Sungai Ogan Talang Balai adalah lebih baik kualitasnya untuk campuran beton  $F_c'_{24}$ .

6. Penelitian yang dilakukan oleh Mochammad Qomaruddin, dkk pada tahun (2018). Dengan judul Studi Komparasi Karakteristik Pasir Sungai Dikabupaten Jepara. Penelitian ini menggunakan SNI dan ASTM sebagai dasar pemeriksaan, Adapun hal-hal yang diperiksa antara lain: tingkat gradasi butiran, kadar lumpur, kadar organis, berat isi, berat jenis. Sehingga didapat hasil Berat isi yang tertinggi yaitu dari pasir sungai Klepu dengan berat 1,67 kg/dm<sup>3</sup> pada kondisi saturated surface dry. Sedangkan pada uji berat jenis pasir yang terberat dimiliki pasir Bandungharjo 2,78 kg/dm<sup>3</sup>. Kadar air yang tertinggi penyerapannya pada pasir sungai Batealit sebesar 37,93% pada kondisi asli. Terendahnya dimiliki pasir Klepu sebesar 31,58%. Kadar lumpur yang sangat tinggi dimiliki pasir sungai Tengguli dengan 14,37% dan yang terendah dimiliki pasir Klepu sebesar 10,55%. Kadar organis tertinggi dimiliki oleh pasir Batealit dengan no. piknometer 16 dan yang paling rendah adalah pasir Klepu dengan no. piknometer 11. Begitu juga sebaliknya pada butiran pasir modulus kehalusan yang lembut fisiknya yaitu pasir Tengguli 1,92 dan yang paling kasar dimiliki pasir Klepu 3,67

7. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Buttomi Masgode, dan Imran pada tahun (2021). dengan judul Analisis Kuat Tekan Beton Normal Dengan Menggunakan Pasir Sungai Ulu Lapao-Pao. Penelitian ini bertujuan untuk 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.
8. Penelitian yang dilakukan oleh Ira Puspitasari pada tahun (2023) dengan judul Kajian Perbandingan Kuat Tekan dan Berat Jenis Beton dengan Pasir Mundu dan Pasir Malang. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan mutu beton normal yang dibuat dari dua jenis pasir yang berlainan sumbernya. Berdasarkan pengujian kuat tekan beton dapat disimpulkan untuk beton dengan pasir Mund

memiliki kuat tekan lebih besar yaitu 15,46 MPa sedangkan beton dengan pasir Malang hanya 13,06 MPa artinya ada kenaikan 18,4% kuat tekan. Penggunaan pasir Mundu lebih direkomendasikan karena lebih mencapai kuat tekan rencana dibandingkan beton dengan pasir Malang. Namun untuk pengujian berat jenis, BPM memiliki nilai lebih besar dibandingkan BPL dimana ada kenaikan berat jenis sebesar 11,3% dengan penggunaan pasir Mundu.

9. Penelitian yang dilakukan oleh Surya Hadi pada tahun (2020) dengan judul Analisis Jenis Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton. Tujuan yang ingin diketahui dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari sumber pengambilan pasir terhadap kuat tekan beton. Dari hasil penelitian diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata setelah dikoversi pada umur beton 28 hari berturut-turut Sungai Kekerri sebesar 28,16 MPa Sungai Dodokan sebesar 24,31 MPa dan dari Sungai Babak sebesar 21,34 MPa. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa pasir dengan kualitas tinggi berasal dari Sungai Kekerri kemudian Sungai Dodokan dan pasir dengan kualitas paling rendah adalah pasir dari Sungai Babak.
10. Penelitian yang dilakukan oleh Yaumissaadah dkk pada tahun (2022) dengan judul Analisis Kekuatan Beton Normal Menggunakan Pasir Petok Sebagai Agregat Halus. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pasir Petok sebagai agregat halus dan untuk mengetahui kekuatan beton normal yang menggunakan pasir Petok sebagai campurannya. Berdasarkan hasil pengujian, karakteristik pasir Petok terhadap zat organik, kadar lumpur, berat isi, berat jenis, kadar air, penyerapan air dan analisis ayakan memenuhi syarat agregat halus sebagai bahan pengisi campuran beton. Hasil pengujian kekuatan

beton normal yang menggunakan pasir Petok memiliki nilai kuat tekan 21 MPa, kuat tarik belah 2,1 MPa dan nilai kuat lentur 1,9 MPa, sedangkan beton normal yang menggunakan pasir Padang memiliki nilai kuat tekan 20 MPa, kuat tarik belah 1,8 MPa dan kuat lentur 1,11 MPa.

#### D. Sifat-Sifat Mekanis Beton

Sifat-sifat mekanis yang ada pada beton dibagi menjadi 2 (dua), yaitu sifat mekanis jangka pendek dan jangka panjang. Sifat mekanis jangka pendek, yaitu kuat tekan beton, kuat tarik beton, kuat geser beton, dan modulus elastisitas beton. Sedangkan untuk sifat mekanis jangka panjang, yaitu rangkai dan susut pada beton.

##### 1. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton untuk menerima tekanan yang berupa gaya tekan per satuan luasnya. Kuat tekan beton dapat diketahui dengan pengujian dengan menggunakan sampel beton berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Kuat tekan beton dapat diketahui dalam umur 28 hari dan dinyatakan dalam satuan Mpa. Selama 28 hari, beton disimpan dan dirawat dengan suhu dan kelembaban yang tetap.

Adapun kuat tekan beton dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$f'c = \sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

$f'c = \sigma$  = Kuat tekan Beton (Mpa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan sampel (mm<sup>2</sup>)

Menurut SNI 2847:2013, Untuk beton struktur, Kuat tekan  $f^c$  tidak boleh kurang dari 17 MPa. Nilai maksimum  $f^c$  tidak dibatasi kecuali bilamana dibatasi oleh ketentuan standar tertentu.

## 2. Kuat Tarik Belah

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. Hitung kuat tarik belah dari benda uji dengan rumus sebagai berikut :

$$F_{ct} = \frac{2 \cdot P}{2 \cdot D} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

$F_{ct}$	= kuat tarik belah	(MPa)
$P$	= Beban uji maksimum	(N)
$L$	= Panjang benda uji	(mm)
$D$	= Diameter benda uji	(mm)

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah 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. Kemudian data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian dilaboratorium. Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental yaitu dengan membandingkan antara 3 (tiga) variasi campuran untuk mengetahui bagaimana kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

#### **B. Lokasi dan Waktu Penelitian**

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 Sedangkan Lokasi pengambilan sampel agregat halus dan kasar terletak di Sungai Kalempang

a. Lokasi Pengambilan Pasir Sungai Kalempang



**Gambar 3. 1** Lokasi Pengambilan Agregat Halus Pasir Sungai Kalempang, Kabupaten Sidrap  
( Sumber: Google Earth )

b. Agregat Halus Pasir Sungai Kalempang



**Gambar 3. 2** Agregat Halus Pasir Sungai Kalempang, Kabupaten Sidrap  
( Sumber: Dokumentasi Pribadi )

c. Bangunan yang menggunakan agregat pasir kalempang



**Gambar 3. 3** Bangunan yang menggunakan agregat pasir sungai kalempang  
( Sumber: Dokumentasi Pribadi )

## 2. Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 2 (dua) bulan yaitu dimulai pada tanggal 20 Agustus 2023 sampai dengan Durasi penelitian ini sampai dengan penyusunan tugas akhir di selenggarakan selama 3 bulan, proses penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Maret – Mei 2024. Adapun alokasi waktu untuk setiap tahapan penelitian diuraikan dalam time schedule sebagai berikut:

**Tabel 3. 1** Jadwal pelaksanaan penelitian

NO	JENIS KEGIATAN	Alokasi waktu		
		Maret	April	Mei
1	Studi literature			
2	Persiapan laboratorium			
3	Pengujian bahan dasar			
4	Pembuatan benda uji			
5	Uji kuat tekan beton			
6	Uji kuat tarik beton			
7	Analisa hasil pengujian			

## C. Alat dan Bahan Penelitian

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

### 1. Alat penelitian

#### a. Saringan

- 1) Saringan dengan nomor berturut-turut 4,75 mm (No. 4), 2,40 mm (No. 8), 1,2 mm (No. 16), 0,60 mm (No. 30), 0,30 mm (No. 50), 0,15 mm (No. 100), No. 200 yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar untuk mengetahui gradasi agregat halus (pasir).
- 2) Saringan dengan nomor berturut-turut 56,25 mm (No.1 ½), 37,50 mm (No. 1), 19,05 mm (No. 3/4), 9,60 mm (No. 3/8), 4,75 mm (No. 4) yang

dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar untuk mengetahui gradasi agregat kasar (kerikil).

b. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat pada pengujian kadar air dan berat jenis

c. Gelas Ukur

Gelas ukur berfungsi untuk mengukur banyaknya air yang digunakan pada pembuatan beton

d. Timbangan

Timbangan difungsikan untuk menimbang bahan-bahan benda uji

e. Cetakan Beton

Cetakan beton yang digunakan adalah cetakan silinder ukuran 150 mm x 300 mm

f. Concrete mixer / mesin pencampur

Digunakan untuk mencampur semua bahan-bahan benda uji

g. Piknometer

Piknometer dengan kapasitas 500 gr digunakan untuk mencari berat jenis agregat halus.

h. Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur semua dimensi benda uji

i. Kerucut *abrams*.

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

j. Penggaris

Penggaris digunakan untuk mengukur nilai *slump*.

k. Batang baja

Batang baja digunakan untuk memadatkan adukan beton.

l. *Universal Testing Machine*

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

m. Mesin Los Angeles

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

## **2. Bahan Penelitian**

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 sungai Kalempang

c. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan berasal dari Gunung Lawowoi Kabupaten Sidrap.

d. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini untuk dari Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare.

## D. Prosedur Standar Penelitian

### 1. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui berat jenis agregat serta tingkat penyerapan air. Jumlah berat jenis yang diperiksa adalah untuk agregat dalam keadaan kering, berat kering permukaan (*Saturated Surface Dry*), berat jenis semu (*Apparent*).

Adapun keterangan dari berat jenis yang diperiksa adalah sebagai berikut :

a. Berat jenis kering permukaan (*Bulk Specific Gravity*)

Berat jenis kering permukaan (*Bulk Specific Gravity*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu

b. Berat jenis permukaan (SSD)

Berat jenis permukaan (SSD) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu

c. Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*)

Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu

d. Penyerapan

Penyerapan adalah persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering

Adapun prosedur percobaan adalah sebagai berikut :

- a. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan
- b. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 105° C sampai berat tetap
- c. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama satu jam, kemudian menimbang dengan ketelitian 0,5 gram ( $B_k$ )
- d. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar
- e. Keluarkan benda uji dari dalam air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang ( $SSD$ ), untuk butiran yang besar pengering harus satu persatu
- f. Timbang benda uji kering permukaan jenuh ( $B_j$ )
- g. Letakkan benda uji dalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan menentukan beratddnya dalam air ( $B_a$ )
- h. Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan ke suhu standar (25° C)

Berikut adalah perhitungan yang digunakan dalam menentukan berat jenis agregat :

$$a. \text{ Berat jenis (Bulk Specify Gravity)} = \frac{B_k}{(B_j - B_a)} \dots\dots\dots (2)$$

$$b. \text{ Berat jenis SSD} = \frac{B_k}{(B_j - B_a)} \dots\dots\dots (3)$$

$$c. \text{ Berat jenis semu} = \frac{B_k}{(B_k - B_a)} \dots\dots\dots (4)$$

$$d. \text{ Penyerapan (Arbsorbsi)} = \frac{(B_j - B_k)}{B_k} \times 100 \% \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

$B_k$  = Berat kering oven (gram)

$B_j$  = Berat kering permukaan jenuh (gram)

Ba = Berat kering permukaan jenuh di dalam air (gram)

## 2. Perkiraan Kadar Agregat

### a. Perkiraan kadar agregat kasar

Agregat dengan ukuran nominal maksimum dan gradasi yang sama akan menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan yang memuaskan bila sejumlah tertentu volume agregat (kondisi kering oven) dipakai untuk tiap satuan volume beton.

Untuk beton dengan tingkat kemudahan pengerjaan yang lebih baik bila pengecoran dilakukan memakai pompa, atau bila beton harus ditempatkan ke dalam cetakan dengan rapatnya tulangan baja, dapat mengurangi kadar agregat kasar sebesar 10% dari nilai yang ada dalam Tabel 3.2 Namun demikian tetap harus berhati-hati untuk meyakinkan agar hasil-hasil uji *slump*, rasio air-semen atau rasio air-(semen+bahan bersifat semen), dan sifat kekuatan dari beton tetap memenuhi rekomendasi serta memenuhi persyaratan spesifikasi proyek yang bersangkutan.

Adapun tabel 3.2 Volume agregat kasar per satuan volume beton yaitu sebagai berikut:

**Tabel 3.2** Volume agregat kasar per satuan volume beton (*Sumber: SNI 7656:2012*)

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven (SSD) 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

Lanjutan

37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Volume ini dipilih dari hubungan empiris untuk menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan untuk pekerjaan konstruksi secara umum. Untuk beton yang lebih kental (keleccakan rendah), seperti untuk konstruksi lapis lantai (*pavement*), nilainya dapat ditambah sekitar 10%.

Untuk menentukan berat agregat kasar yang digunakan dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W = V \times SSD \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

$W$  = Berat agregat kasar

$V$  = Volume agregat kasar

$SSD$  = Berat jenis permukaan agregat kasar

#### **b. Perkiraan kadar agregat halus**

Prosedur yang dapat digunakan untuk menentukan agregat halus adalah metoda berdasarkan berat atau metoda berdasarkan volume absolut. Bila berat per satuan volume beton dapat dianggap atau diperkirakan dari pengalaman, maka berat agregat halus yang dibutuhkan adalah perbedaan dari berat beton segar dan berat total dari bahan-bahan lainnya. Umumnya, berat satuan dari beton telah diketahui dengan ketelitian cukup dari pengalaman sebelumnya yang memakai bahan-bahan yang sama. Dalam hal informasi semacam ini tidak diperoleh, Tabel 3.3 dapat

digunakan untuk perkiraan awal. Sekalipun bila perkiraan berat beton per m<sup>3</sup> tadi adalah perkiraan cukup kasar, proporsi campuran akan cukup tepat untuk memungkinkan penyesuaian secara mudah berdasarkan campuran percobaan

**Tabel 3.3** Perkiraan awal berat beton segar (*Sumber: SNI 7656:2012*)

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

Untuk mendapatkan volume agregat halus yang disyaratkan, satuan volume beton dikurangi jumlah seluruh volume dari bahan-bahan yang diketahui, yaitu air, udara, bahan yang bersifat semen, dan agregat kasar. Volume beton adalah sama dengan berat beton dibagi densitas bahan

### 3. Tahapan pengujian

#### a. Kuat tekan beton

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

Pengujian kuat tarik belah pada beton bertujuan untuk mengetahui berapa besar nilai kuat tarik belah pada beton dengan umur beton rencana yaitu 7, 14 dan 28 hari. Pada pengujian kuat tarik belah 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 secara horizontal di atas pelat mesin Universal Testing Machine.
- 3) Mesin Universal Testing Machine dihidupkan kemudian benda uji akan mendapatkan beban gaya untuk mengetahui besarnya nilai kekuatan tarik pada benda uji
- 4) Pada saat benda uji mencapai beban maksimum benda uji akan retak atau bahkan pecah, jarum manometer akan berhenti.

Jumlah sampel untuk semua variasi campuran beton yang direncanakan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 36 buah. Setiap variasi campuran akan dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

**Tabel 3. 4** Jumlah Perkiraan Benda Uji Kuat Tekan dan kuat tarik belah Beton

Variasi	Kuat Tekan Beton			Tarik Belah Beton	Jumlah
	7	14	28	28 Hari	
BN	3	3	3	3	12
BSK 50%	3	3	3	3	12
BSK100%	3	3	3	3	12

Keterangan :

BN : Beton Normal

BSK : Beton Sungai Kalempang

### **E. Teknik Pengumpulan Data**

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

#### **1. Data Primer**

Data yang diperoleh melalui eksperimen di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Penelitian ini berfokus pada variasi dari substitusi pasir sungai pengganti agregat halus. Adapun data primer yang diperlukan dibagi 2 (dua) jenis yaitu:

##### **a. Karakteristik bahan**

Data yang diperlukan pada karakteristik bahan didapatkan pada pengujian sebagai berikut:

##### **1) Karakteristik agregat halus**

- a) Gradasi butiran agregat halus
  - b) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus
  - c) Pemeriksaan berat volume agregat halus
  - d) Pemeriksaan kandungan lumpur
  - e) Pemeriksaan kadar air
  - f) Pemeriksaan zat organik
- 2) Karakteristik agregat kasar
- a) Gradasi butiran agregat kasar
  - b) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar
  - c) Pemeriksaan berat volume dalam agregat kasar
  - d) Pemeriksaan kandungan lumpur
  - e) Pemeriksaan kadar air
  - f) Pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles
- 3) Karakteristik semen
- a) Pemeriksaan berat jenis semen
  - b) Konsistensi normal semen portland
  - c) Pengujian waktu mengikat awal dan mengeras semen portland

b. Karakteristik beton

Data yang diperlukan pada karakteristik beton didapatkan pada pengujian sebagai berikut:

- 1) Kuat tekan selinder
- 2) Kuat tarik belah selinder

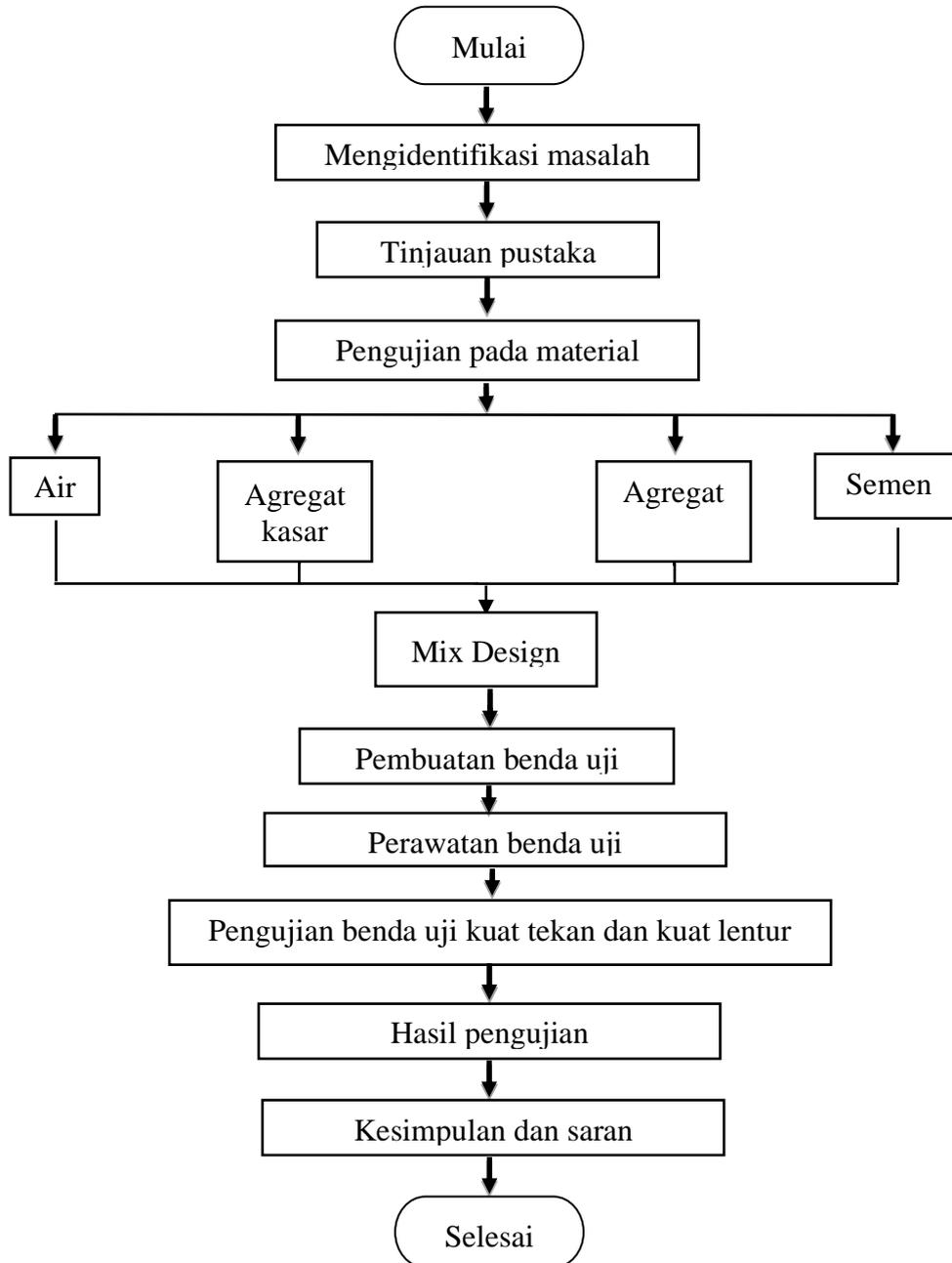
**2. Data sekunder**

Data sekunder sebagai pendukung merupakan gambaran pada daerah studi. Pengumpulan data sekunder merupakan pengumpulan data secara tidak langsung dari sumber/objek. Data diperoleh dari tulisan seperti buku teori, buku laporan, peraturan-peraturan, dan dokumen baik yang berasal dari instansi terkait maupun hasil kajian literature.

#### **F. Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data yang dipakai pada penelitian ini menggunakan analisa parametrik deskriptif. Data hasil uji kuat tekan beton diperoleh dari pembagian antara beban maksimum benda uji dengan luas penampang benda uji, selanjutnya data akan disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menimbang berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.
2. Meletakkan benda uji pada *Universal Testing Machine*.
3. Menghidupkan *Universal Testing Machine* dan benda uji akan mengalami penambahan beban sehingga dapat dibaca besarnya kekuatan tekan yang ditunjukkan dengan manometer.
4. Benda uji akan retak apabila beban yang diberikan telah mencapai batas maksimum dari beban yang mampu ditahan benda uji. Pada saat retak, jarum manometer akan berhenti pada titik maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji.

**G. Diagram Alur Penelitian****Gambar 3.4** Bagan alir penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil 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.

Hasil rekapitulasi dari masing-masing agregat yang telah diuji, mulai dari agregat halus, agregat kasar, semen dan faktor air ditunjukkan dalam tabel dibawah ini:

#### 1. Agregat Halus (Pasir sungai Kalempang)

**Tabel 4. 1** Rekapitulasi pengujian pasir sungai kalempang (*Sumber: Data hasil pengujian agregat di laboratorium*)

No.	Karakteristik agregat	Interval	Pengamatan		Rata-rata	Keterangan
			I	II		
1.	Kadar lumpur	Maks 5%	4.4%	4.6%	4.47%	memenuhi
2.	Kadar organik	< No.3	No. 2	No. 2	No. 2	memenuhi
3.	Kadar air	2% - 5%	5,26%	4,17%	4.71%	memenuhi
4.	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 – 1,9 kg/liter	1.44	1.46	1.45	memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 – 1,9 kg/liter	1.57	1.57	1.57	memenuhi
5.	Absorpsi	0,2% - 2%	1.01%	2,04%	1,53%	memenuhi
6.	Berat spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 – 3,3	2.48	2.51	2.49	memenuhi
	b. Bj. Dasar kering	1,6 – 3,3	2.41	2.39	2.40	memenuhi
	c. Bj.Kering permukaan	1,6 – 3,3	2,44	2,44	2,44	memenuhi
7.	Modulus keausan	1,50 – 3,80	2,77	2,94	2,86	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 4,6%. Rata-rata kadar lumpur yang didapatkan 4,47%. Dengan interval maksimal 5% maka kondisi kadar lumpur agregat halus memenuhi untuk dapat digunakan.

b. Kadar organik

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 dapat digunakan dalam campuran beton tanpa perlu dicuci terlebih dahulu.

c. Kadar air

Kadar air pada sampel pengujian pertama 5,26% dan sampel pengujian kedua 4,17%. Rata-rata kadar air 4,71%. Dengan interval 2%-5% maka kondisi kadar air agregat halus memenuhi untuk dapat digunakan.

d. Berat volume

Berat volume terbagi menjadi kondisi lepas dan kondisi padat dengan interval 1,4 – 1,9. Pada kondisi lepas berat sampel pertama 1,44 dan berat sampel kedua 1,46 dengan rata-rata 1,45. Pada keadaan kondisi padat berat sampel peratama 1,57 dan berat sampel kedua 1,57 dengan rata-rata 1,57. Sehingga dapat disimpulkan bahwa berat volume dalam kondisi basah maupun kering memenuhi untuk digunakan.

e. Absorpsi

nilai absorpsi pada sampel pertama 1,01% dan nilai pada sampel kedua 2,04% dengan rata-rata nilai absorpsi 1,53%. Dengan nilai interval 0,2% - 2% maka dapat disimpulkan bahwa nilai absorpsi memenuhi dan dapat 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 2,49. Rata-rata berat jenis dasar kering 2,40 dan rata-rata berat jenis kering permukaan 2,44. Ketiga berat jenis memenuhi nilai interval sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat halus dapat digunakan.

g. Modulus kehalusan

interval modulus keausan 1,50 – 3,80. Nilai modulus keausan sampel pertama 2,77 dan nilai modulus keausan sampel kedua 2,94 dengan rata-rata 2,86, maka dapat disimpulkan bahwa modulus keausan agregat halus memenuhi dan dapat digunakan.

## 2. Agregat halus (Normal)

**Tabel 4. 2** Rekapitulasi hasil pengujian agregat halus normal (*Sumber: Data hasil pengujian agregat di laboratorium*)

No.	Karakteristik agregat	Interval	Pengamatan		Rata-rata	Keterangan
			I	II		
1.	Kadar lumpur	Maks 5%	4.5%	4.2%	4.35%	memenuhi
2.	Kadar organik	< No.3	No. 2	No. 2	No. 2	memenuhi
3.	Kadar air	2% - 5%	5,10%	3,40%	4.25%	memenuhi
4.	Berat volume					
	c. Kondisi lepas	1,4 – 1,9 kg/liter	1.40	1.50	1.45	memenuhi
	d. Kondisi padat	1,4 – 1,9 kg/liter	1.60	1.58	1.59	memenuhi
5.	Absorpsi	0,2% - 2%	3.09%	0,60%	1,85%	memenuhi
6.	Berat spesifik					
	d. Bj. Nyata	1,6 – 3,3	2.85	2.66	2.76	memenuhi
	e. Bj. Dasar kering	1,6 – 3,3	2.62	2.62	2.62	memenuhi
	f. Bj. Kering permukaan	1,6 – 3,3	2.70	2.63	2.67	memenuhi
7.	Modulus keausan	1,50 – 3,80	2,50	2,45	2,48	memenuhi

Dari hasil pengujian laboratorium agregat halus didapatkan hasil sebagai berikut.

### a. Kadar lumpur

Kadar lumpur pada sampel pengujian pertama 4,5% dan sampel pengujian kedua 4,2%. Rata-rata kadar lumpur yang didapatkan 4,35%. Dengan interval maksimal 5% maka kondisi kadar lumpur agregat halus memenuhi untuk dapat digunakan.

### b. Kadar organik

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 dapat digunakan dalam campuran beton tanpa perlu dicuci terlebih dahulu.

c. Kadar air

Kadar air pada sampel pengujian pertama 5,10% dan sampel pengujian kedua 3,40%. Rata-rata kadar air 4,25%. Dengan interval 2%-5% maka kondisi kadar air agregat halus memenuhi untuk dapat digunakan.

d. Berat volume

Berat volume terbagi menjadi kondisi lepas dan kondisi padat dengan interval 1,4 – 1,9. Pada kondisi lepas berat sampel pertama 1,40 dan berat sampel kedua 1,50 dengan rata-rata 1,45. Pada keadaan kondisi padat berat sampel pertama 1,60 dan berat sampel kedua 1,58 dengan rata-rata 1,59. Sehingga dapat disimpulkan bahwa berat volume dalam kondisi basah maupun kering memenuhi untuk digunakan.

e. Absorpsi

nilai absorpsi pada sampel pertama 3,09% dan nilai pada sampel kedua 0,60% dengan rata-rata nilai absorpsi 1,85%. Dengan nilai interval 0,2% - 2% maka dapat disimpulkan bahwa nilai absorpsi memenuhi dan dapat 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 2,76. Rata-rata berat jenis dasar kering 2,62 dan rata-rata berat jenis kering permukaan 2,67. Ketiga berat jenis memenuhi nilai interval sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat halus dapat digunakan.

g. Modulus kehalusan

interval modulus keausan 1,50 – 3,80. Nilai modulus keausan sampel pertama 2,50 dan nilai modulus keausan sampel kedua 2,45 dengan rata-rata 2,48, maka dapat disimpulkan bahwa modulus keausan agregat halus memenuhi dan dapat digunakan.

### 3. Agregat kasar

**Tabel 4. 3** Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar (*Sumber: Data hasil pengujian agregat di laboratorium*)

No.	Karakteristik agregat	Interval	Pengamatan		Rata-rata	Keterangan
			I	II		
1.	Kadar lumpur	Maks 1%	0,8%	0.59%	0.68%	memenuhi
2.	Keausan	Maks 50%	28%	23%	25.5%	memenuhi
3.	Kadar air	0,5% - 2%	1.32%	1,11%	1.21%	memenuhi
4.	Berat volume					
	e. Kondisi lepas	1,6 – 1,9 kg/liter	1.65	1.63	1.64	memenuhi
	f. Kondisi padat	1,6 – 1,9 kg/liter	1.70	1.78	1.74	memenuhi
5.	Obsersi	Maks 4%	1.94%	1.94%	1.94%	memenuhi
6.	Berat spesifik					
	g. Bj. Nyata	1,6 – 3,3	2.61	2,66	2,63	memenuhi
	h. Bj. Dasar kering	1,6 – 3,3	2.50	2,56	2,53	memenuhi
	i. Bj. Kering permukaan	1,6 – 3,3	2.57	2,57	2,57	Memenuhi
7.	Modulus keausan	6,0 – 8,0	6.74	6.60	6.67	memenuhi

Dari hasil pengujian laboratorium agregat kasar didapatkan hasil sebagai berikut.

a. Kadar lumpur

Kadar lumpur pada sampel pengujian pertama 0,8% dan sampel pengujian kedua 0,59%. Rata-rata kadar lumpur yang didapatkan 0,68%. Dengan interval

maksimal 1% maka kondisi kadar lumpur agregat kasar memenuhi untuk dapat digunakan.

b. Keausan

Keausan pada sampel pengujian pertama 28,0% dan sampel pengujian kedua 23,0%. Rata-rata keausan 25,5%. Dengan interval maksimal 50% maka kondisi keausan agregat kasar memenuhi untuk dapat digunakan.

c. Kadar air

Kadar air agregat kasar memiliki interval 0,5% - 2%. Kadar air sampel pertama 1,32% dan sampel kedua 1,11% dengan rata-rata kadar air 1,21%. Maka kadar air agregat kasar 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 1,65 dan berat sampel kedua 1,63 dengan rata-rata 1,64. Pada keadaan kondisi padat berat sampel pertama 1,70 dan berat sampel kedua 1,78 dengan rata-rata 1,74. Sehingga dapat disimpulkan bahwa berat volume dalam kondisi basah maupun kering memenuhi untuk digunakan.

e. Absorpsi

nilai absorpsi pada sampel pertama 1,94% dan nilai pada sampel kedua 1,94% dengan rata-rata nilai absorpsi 1,94%. Dengan nilai interval 4% maka dapat disimpulkan bahwa nilai absorpsi memenuhi dan dapat 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 2,63. Rata-rata berat jenis dasar kering 2,53 dan rata-rata berat jenis kering permukaan 2,57. Ketiga berat jenis memenuhi nilai interval sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat kasar dapat digunakan.

g. Modulus keausan

interval modulus keausan 6,0 – 8,0. Nilai modulus keausan sampel pertama 6,74 dan nilai modulus keausan sampel kedua 6,60 dengan rata-rata 6,67, maka dapat disimpulkan bahwa modulus keausan agregat kasar memenuhi dan dapat digunakan.

### **B. Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)**

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

Diketahui data material:

Mutu beton	= 25 Mpa
<i>Slump</i>	= 75-100 mm
Ukuran agregat maksimum	= 20
Berat kering oven agregat kasar	= 1,773
BJ semen tanpa tambahan udara	= 3,08
Modulus kehalusan agregat halus	= 2.86
Berat jenis (SSD) agregat halus	= 2.44
Berat jenis (SSD) agregat kasar	= 2.57
Penyerapan air agregat halus	= 1.53%

Penyerapan air agregat kasar = 1.94%

Kadar Air agregat halus = 4.71%

Kadar Air agregat kasar = 1,21%

1 Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)

$f'_c = 25 \text{ MPa}$  – pada 28 hari, bagian tak memenuhi syarat 5  
( $k=1,64$ )

2 Deviasi Standar

$S_r = 7 \text{ MPa}$

3 Nilai tambah (margin)

$M = 1,64 \times S_r = 11,48 \text{ MPa}$

4 Kekuatan rata-rata yang ditargetkan

$F_{cr} = f'_c + 1,64 S_r = 36,48 \text{ MPa}$

5 Jenis semen

= Semen Portland Tipe 1

6 Jenis agregat:

- halus = Alami

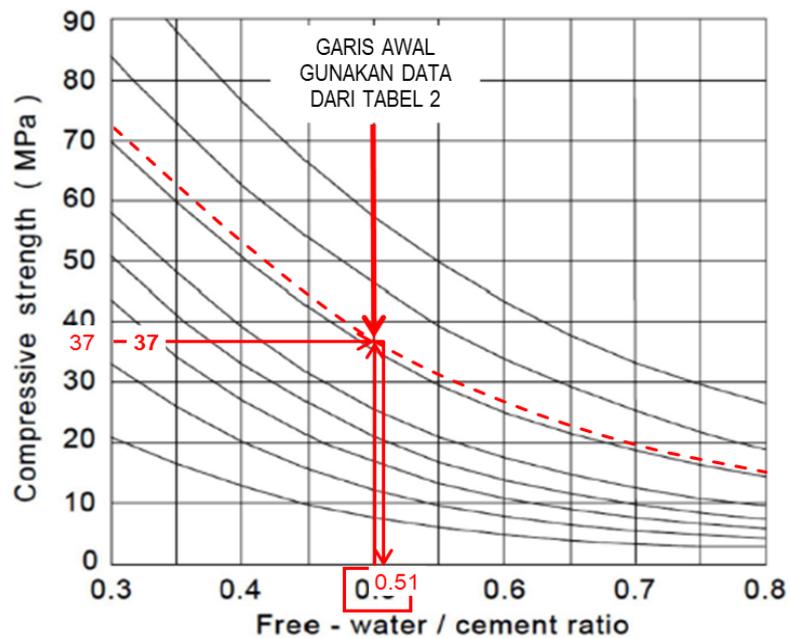
- kasar = Batu Pecah

7 Faktor air semen bebas

FAS bebas = 0,51

**Tabel 4. 4** Perkiraan kekuatan tekan (Mpa) dengan faktor air semen, dan agregat kasar (Sumber : SNI 03-02-2834)

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (Mpa)				Bentuk Uji
		Umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen Portland Tipe 1	Batu tidak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II,V	Batu tidak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portlan Tipe III	Batu tidak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tidak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	



**Gambar 4. 1** Grafik perkiraan faktor air semen (Sumber: SNI 03-2834:2000).

$$f'c \text{ rencana} = 25 \text{ Mpa}$$

$$f'c \text{ target} = 31 \text{ Mpa}$$

$$f_{as} \text{ pakai} = 0,51$$

#### 8. Faktor Air Semen Maksimum

$$= 0,60$$

**Tabel 4. 5** Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (*Sumber: SNI 03-2834:2000*)

Lokasi ---	Jumlah Semen minimum Per m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai Faktor Air- Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan: a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan: a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah: a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan: a. air tawar		Lihat Tabel 6
b. air laut		Lihat Tabel 6

#### 9. Slump

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

$$= 60 - 180$$

#### 10. Ukuran Agregat Maksimum

$$= 20 \text{ mm}$$

**Tabel 4.6** Perkiraan kadar air bebas (Kg/m<sup>3</sup>) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (*Sumber: SNI 03-2834:2000*)

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

## 11. Kadar Air Bebas

$$W_h = 195$$

$$W_k = 225$$

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

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

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

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

## 12. Kadar Semen

Jika FAS max lebih besar dari FAS bebas maka digunakan :

$$C = W / \text{FAS Max}$$

Jika FAS Max lebih kecil dari FAS bebas maka digunakan :

$$C = W / \text{FAS Bebas}$$

Karena FAS max yang diperoleh lebih besar dari FAS bebas, maka :

$$C = W / \text{FAS Max}$$

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

## 13. Kadar Semen Minimum

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

## 14. Faktor Air Semen Yang di Sesuaikan

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

## 15. Susunan Besar Butir Agregat Halus

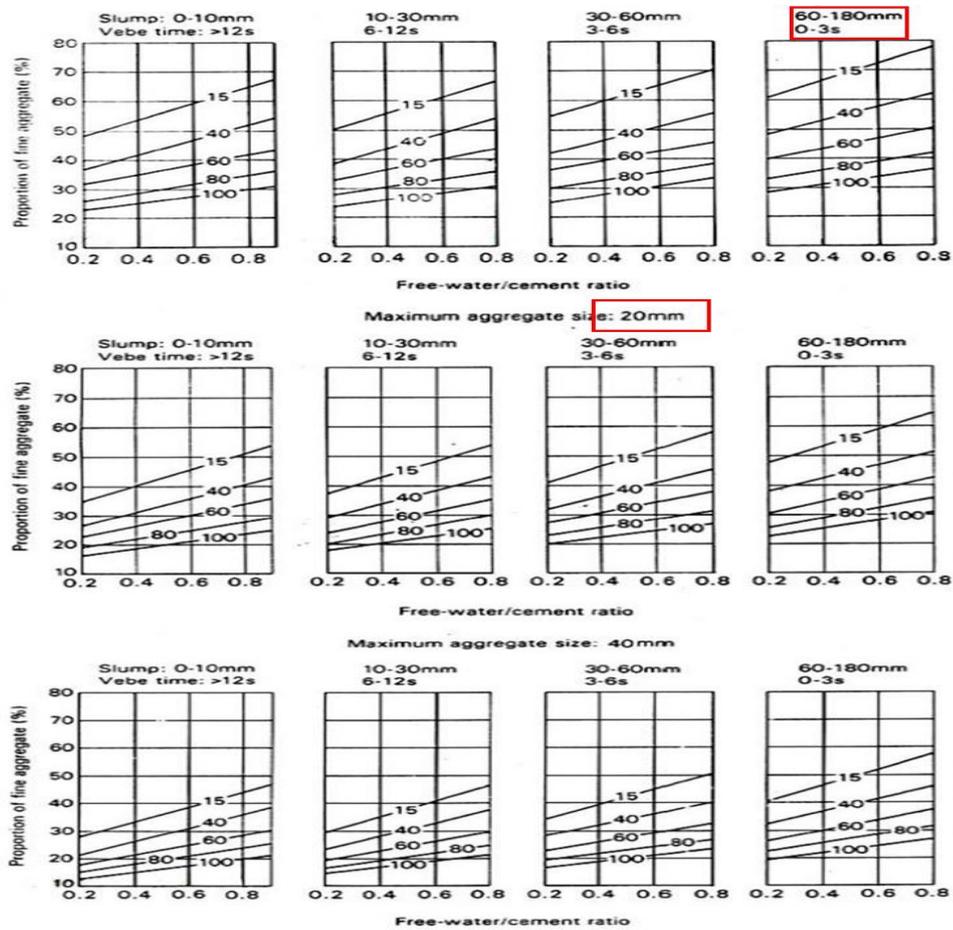
$$\text{Jenis pasir} = \text{Agak halus}$$

## 16. Berat Jenis Agregat

Berat Jenis Agregat Halus = 2,44

Berat Jenis Agregat Kasar = 2,57

### 17. Persen Agregat Halus



**Gambar 4. 2** Perkiraan Persen Agregat

Sumber: ( SNI 03-2834:2000)

Persen Agregat Halus = 59 % + 25 % / 2

= 41 %

Persen Agregat Kasar = 100 % - Persen Agregat Halus

= 100 % - 41 %

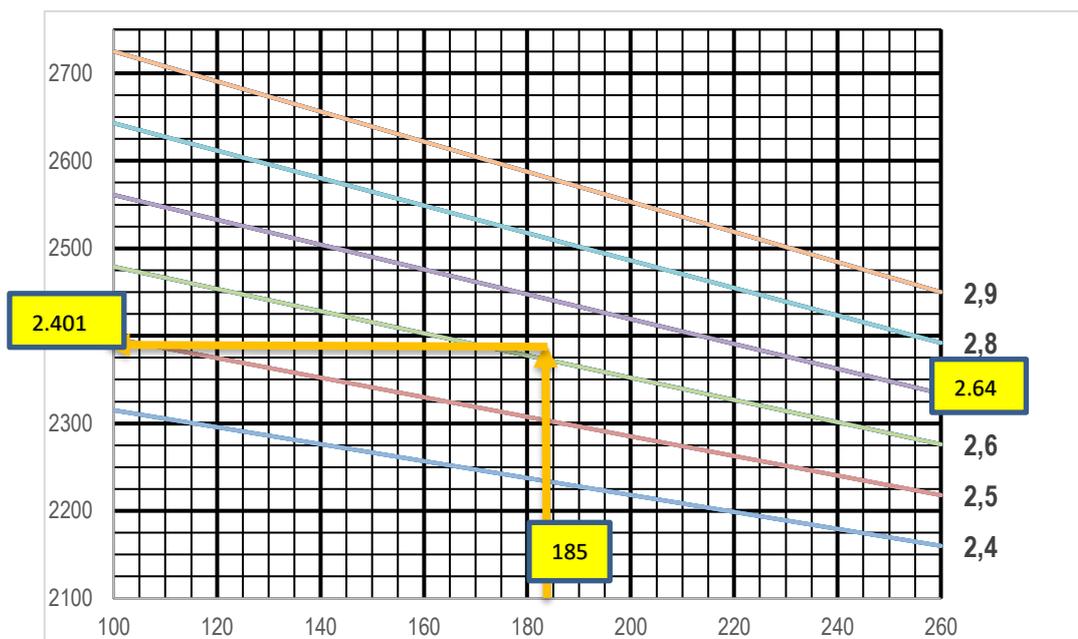
= 59 %

### 18. Berat Jenis Relatif Agregat Gabungan

Berat jenis agregat gabungan dihitung dengan persamaan

$$\begin{aligned} \text{Bj Ag.Gab} &= (\text{Persen Ag.Halus} \times \text{Bj.Ag.Halus}) + (\text{Persen Ag.Kasar} \times \\ &\text{Bj.Ag.Kasar}) \\ &= (41\% \times 2,44) + (59\% \times 2,57) \\ &= 2,51 \end{aligned}$$

### 19. Berat Isi Beton



**Gambar 4.3** Grafik perkiraan berat isi beton

Sumber: (SNI 03-2834:2000)

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

### 20. Kadar Agregat Gabungan

Kadar agregat gabungan dihitung menggunakan persamaan :

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

$$\text{Kadar Ag.gab} = 1794,50 \text{ kg/m}^3$$

### 21. Kadar Agregat Halus

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

$$= 574,24 \text{ kg/m}^3$$

## 22. Kadar Agregat Kasar

$$\begin{aligned} \text{Kadar Ag.Kasar} &= \text{Kadar agregat gabungan} - \text{Kadar agregat halus} \\ &= 1.220,26 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

## 23. Koreksi Terhadap Kadar Air

Pengujian kadar air terhadap material dilakukan sebelum hendak melakukan proses pencampuran untuk pengujian kadar air bisa dilihat pada SNI 03-1971-19990

Misal, kadar air yang didapat

$$\text{Ag.Kasar} = 1,21\%$$

$$\text{Ag.Halus} = 4,71\%$$

Sehingga berat massa penyesuaian berdasarkan kadar air adalah

$$\text{Ag.Kasar ( Basah )} = 1,21 \% \times 1220,26 = 14,769\text{kg}$$

$$\text{Ag.Halus ( Basah )} = 4,71 \% \times 574,24 = 27,046\text{kg}$$

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

$$\text{Air yang diberikan Ag.kasar} = 1,94\% \times 1220,26 = 23,673 \text{ kg}$$

$$\text{Air ang diberikan Ag.halus} = 1,53\% \times 574,24 = 8,785 \text{ kg}$$

Dengan demikian kebutuhan air adalah sebagai berikut

$$205,0 - 42,769 + 32,458 = 194,689\text{kg}$$

Maka perkiraan 1 m<sup>3</sup> beton adalah sebagi berikut

$$\text{Air ( yang ditambahkan )} = 194,689 \text{ kg}$$

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

Ag.Kasar = 1,211,35 kg

Ag.Halus = 592,50 kg

24. Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m<sup>3</sup> beton

**Tabel 4. 3** Rekapitulasi Kebutuhan Campuran Bahan Untuk 1 m<sup>3</sup> Beton (*Sumber : Hasil olah data*)

	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 3 selinder
W semen	401.50 kg	2.45 kg	7.34 kg
W pasir	561.61 kg	3.42 kg	10.27 kg
W kerikil	1223.3 kg	7.46 kg	22.37 kg
W air	214.58 kg	1.31 kg	3.92 kg

Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Silinder Beton :

Dibutuhkan beton berbentuk silinder = 12 silinder beton

Diameter (d) = 0.15 m

Tinggi (h) = 0.3 m

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 silinder} &= \frac{1}{4}\pi d^2 h \\ &= \frac{1}{4}3,14 \times 0,15^2 \times 0,30 \\ &= 0.0053 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume total silinder} &= \text{Volume 1 silinder} \times \text{Jumlah beton silinder} \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \times 3 \\ &= 0,0159 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Volume tambahan} &= \text{vol. 3 silinder} \times 15\% \\ &= 0,0159 \text{ m}^3 \times 15\% \end{aligned}$$

$$= 0,00239 \text{ m}^3$$

Vol. total

$$= \text{Vol. total silinder} + \text{Vol. Tambahan}$$

$$= 0,0159 \text{ m}^3 + 0,00239 \text{ m}^3$$

$$= 0,01829 \text{ m}^3$$

**Tabel 4. 4** Rekapitulasi Kebutuhan Campuran Bahan Untuk 3 Silinder Beton  
(Sumber : Hasil olah data)

Bahan material beton	Kebutuhan persatu kubik beton	Kebutuhan persatu selinder beton	Kebutuhan 3 selider
W semen	401,50 Kg	24,5 kg	7,34 kg
W pasir	592,50 Kg	3,61 kg	10,84 kg
W kerikil	1211,4 Kg	7,39 kg	22,16 kg
W air	195,65 Kg	1,19 kg	3,58 kg

**a. Kebutuhan Beton Normal (BN)**

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

$$\text{Tinggi (h)} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{Volume 1 silinder} = \frac{1}{4} \pi d^2 h$$

$$= \frac{1}{4} 3,14 \times 0,15^2 \times 0,30$$

$$= 0.0053014 \text{ m}^3$$

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

$$\text{Volume tambahan} = \text{vol.1 silinder} \times 15\%$$

$$= 0.0053 \text{ m}^3 \times 15\%$$

$$= 0.000795 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. total 1 silinder} = \text{Vol. 1 silinder} + \text{Vol. Tambahan}$$

$$= 0.0053014 \text{ m}^3 + 0.000795 \text{ m}^3$$

$$= 0.006096 \text{ m}^3$$

**Tabel 4.5** Rekapitulasi Kebutuhan Campuran Bahan Untuk Beton Normal  
(Sumber : Hasil olah data)

Bahan material beton	Kebutuhan persatu kubik beton	Kebutuhan persatu selinder beton	Kebutuhan 3 selinder
W semen	401,50 Kg	2,45 kg	7,34 Kg
W pasir	561,61 Kg	3,42 kg	10,27 Kg
W kerikil	1223,3 Kg	7,46 kg	22,37 Kg
W air	214,58 Kg	1,31 kg	3,92 Kg
W Pasir SK	0,00 Kg	0,00 kg	0,00 kg

**b. Untuk variasi 50% Pasir sungai Kalempang (BSK 50%)**

Kebutuhan volume pasir

$$\begin{aligned} \text{Vol. pasir} &= B. \text{ pasir} / B. \text{ Beton} \\ &= 561,6 / 2.401 \\ &= 0,234 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{W Pasir} &= V. \text{ Pasir} \times 50\% \times B_j. \text{ Pasir} \\ &= 0,234 \text{ m}^3 \times 50\% \times 2439,02 \\ &= 280,80 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{W. Pasir SK} &= V. \text{ Pasir} \times 50\% \times B_j. \text{ Pasir} \\ &= 0,234 \text{ m}^3 \times 50\% \times 2667,14 \\ &= 311,93 \text{ Kg} \end{aligned}$$

**Kebutuhan bahan untuk variasi 50% Pasir sungai Kalempang (BSK 50%)**

**Tabel 4. 6** Rekapitulasi Kebutuhan Campuran Bahan Untuk variasi 50% pasir sungai kalempang (*Sumber : Hasil olah data*)

Bahan material beton	Kebutuhan persatu kubik beton	Kebutuhan persatu selinder beton	Kebutuhan 3 selinder
W semen	401,50 Kg	2,45 kg	7,34 Kg
W pasir	280,80 Kg	1,71 kg	5,14 Kg
W kerikil	1223,3 Kg	7,46 kg	22,37 Kg
W air	214,58 Kg	1,31 kg	3,92 Kg
W Pasir SK	311,93 Kg	1,90 kg	5,71 Kg

**c. Untuk variasi 100% Pasir sungai Kalempang (BSK 100%)**

Kebutuhan volume pasir

$$\begin{aligned} \text{Vol. pasir} &= B. \text{ pasir} / B. \text{ Beton} \\ &= 561,6 / 2.401 \\ &= 0,234 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{W Pasir} &= V. \text{ Pasir} \times 100\% \times B_j. \text{ Pasir} \\ &= 0,234 \text{ m}^3 \times 100\% \times 2439,02 \\ &= 0,00 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{W. Pasir SK} &= V. \text{ Pasir} \times 50\% \times B_j. \text{ Pasir} \\ &= 0,234 \text{ m}^3 \times 100\% \times 2667,14 \\ &= 623,86 \quad \text{Kg} \end{aligned}$$

**Kebutuhan bahan untuk variasi 100% Pasir sungai Kalempang (BSK 100%)**

**Tabel 4.7** Rekapitulasi Kebutuhan Campuran Bahan Untuk Variasi 100% pasir sungai Kalempang (*Sumber : Hasil olah data*)

Bahan material beton	Kebutuhan persatu kubik beton	Kebutuhan persatu selinder beton	Kebutuhan 3 selinder
W semen	401,50 Kg	2,45 kg	7,34 Kg
W pasir	0,00 Kg	0,00 kg	0,00 Kg
W kerikil	1223,3 Kg	7,46 kg	22,37 Kg
W air	214,58 Kg	1,31 kg	3,92 Kg
W Pasir SK	623,86 Kg	3,80 kg	11,41 Kg

**C. Nilai Slump**

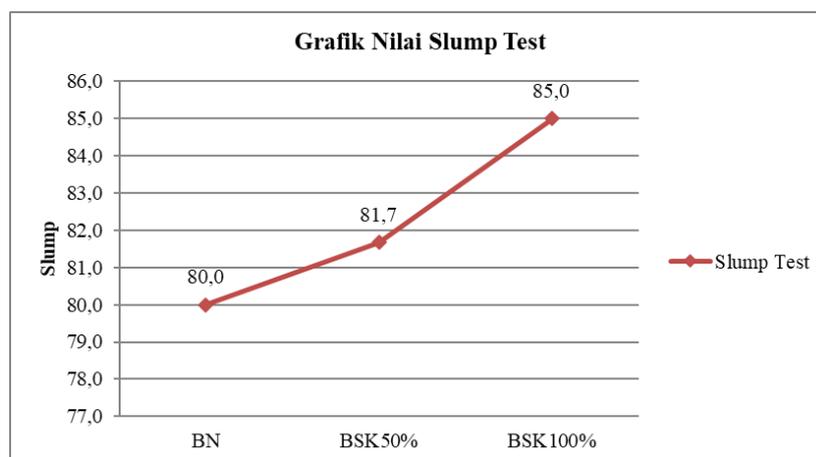
Pengujian nilai *Slump test* dilakukan dengan menggunakan kerucut *abrams*, dengan membasahi kerucut *abrams* terlebih dahulu kemudian menempatkannya ditempat yang rata. Kemudian diisi dengan beton segar sebanyak 3 lapis, setiap lapisan diisi 1/3 dari volume kerucut *abrams* dan ditusuk sebanyak 25 kali dan penusukan dilakukan hingga mencapai bagian bawah dari setiap lapisan setelah pengisian kerucut selesai bagian atasnya diratakan. Dalam waktu sekitar 30 detik kerucut diangkat lurus vertikal secara perlahan, kemudian tentukan nilai *slump* dengan cara mengukur tinggi campuran selisih dengan tinggi kerucut.

**Tabel 4.6** Hasil pengujian nilai *Slump test* (Sumber: Hasil olah laboratorium)

No	Variasi Campuran beton	Waktu campur (menit)	<i>Slump</i> rencana (mm)	<i>Slump</i> rata-rata lapangan (mm)
1	BN	± 10 Waktu campur (menit)	75-100	80
2	BSK 50%		<i>Slump</i> rencana (mm)	81,7
3	BSK 100%			85

Berdasarkan tabel 4.7 diatas memberikan penjelasan tentang perbandingan nilai Slump test antara masing-masing variasi. Dimana pada beton normal dan penggunaan pasir sungai kalempang didapatkan nilai Slump test yang dapat meningkatkan Tingkat *workability* campuran, dan dapat digunakan untuk pencampuran konstruksi.

Pada penelitian ini, pemeriksaan nilai slump yang dilakukan diperoleh hasil seperti gambar dibawah ini



**Gambar 4. 4** Perbandingan nilai *slump* pada setiap variasi

Dari gambar 4.4 tampak bahwa untuk kondisi beton normal menyebabkan penurunan *workability* karena pada saat dilakukan pencampuran, kadar air terlalu banyak yang menyebabkan campuran menjadi encer, sehingga nilai slumpnya menurun. Sedangkan pada variasi beton pasir sungai 50% dan variasi beton pasir sungai 100% mengalami peningkatan nilai slump karena pada saat pencampuran rongga pada beton saling mengisi atau saling mengikat sehingga nilai slump campuran beton meningkat.

### 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 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan sebanyak 9 sampel yang terdiri dari 3 variasi campuran yaitu beton normal, beton pasir sungai Kalempang 50%, dan beton pasir sungai Kalempang 100%. Untuk masing-masing variasi campuran dibuat 3 sampel untuk kuat tekan 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 hasil dari pengujian kuat tekan yang diperoleh sebagai berikut :

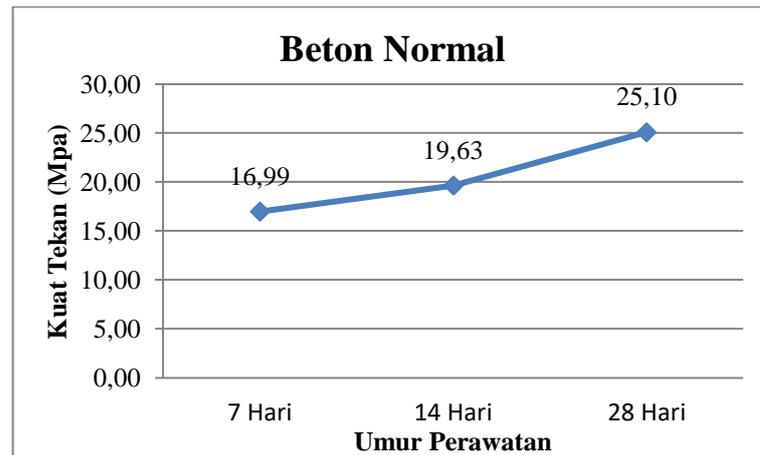
#### 1. Beton Normal (BN)

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton normal yang didapat pada pengujian 7,14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

**Tabel 4. 7** Rekap hasil kuat tekan beton normal (*Sumber: Hasil olah data laboratorium 2024*)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	12.017	300	16,99
2	14 Hari	12.068	346	19,63
3	28 Hari	12.407	443	25,10

Pada pengujian sampel uji dengan beton normal dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 16,99 MPa untuk umur 7 hari, 14 hari rata-rata 19,63 dan 28 hari rata-rata 25,10 memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut:



**Gambar 4. 5** Grafik pengujian kuat tekan Beton Normal

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton normal mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 2,64 MPa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 5,02 MPa.

## 2. Pasir Sungai Kalempang 50% (BSK 50%)

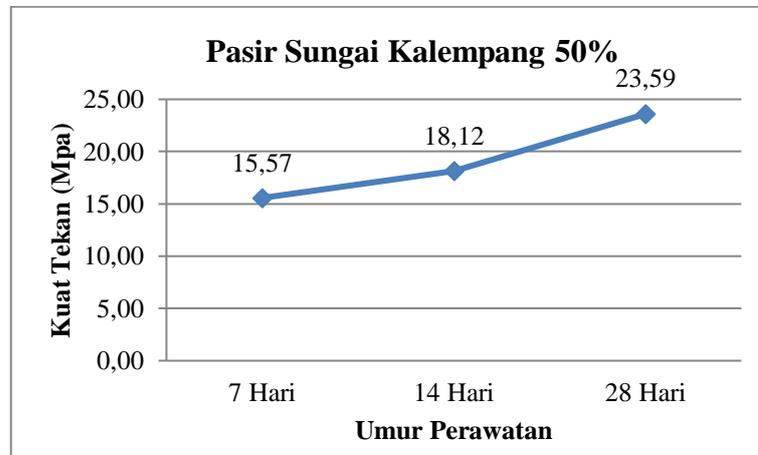
Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada variasi 50% pasir sungai Kalempang yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

**Tabel 4. 8** Rekap hasil kuat tekan pasir sungai Kalempang 50% (*Sumber: Hasil olah data*)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	12.017	275	15,57
2	14 Hari	12.068	320	18,12
3	28 Hari	12.407	416	23,59

Pada pengujian sampel uji dengan beton pasir sungai kalempang 50% dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 15,57 MPa untuk umur 7 hari,14 hari rata-rata 18,12 dan

28 hari sebesar 23,59 memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut:



**Gambar 4. 6** Grafik pengujian kuat tekan pasir sungai Kalempang 50%

Pada grafik diatas dapat dijelaskan pasir sungai kalempang 50% mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 2,55 MPa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 5,02 MPa.

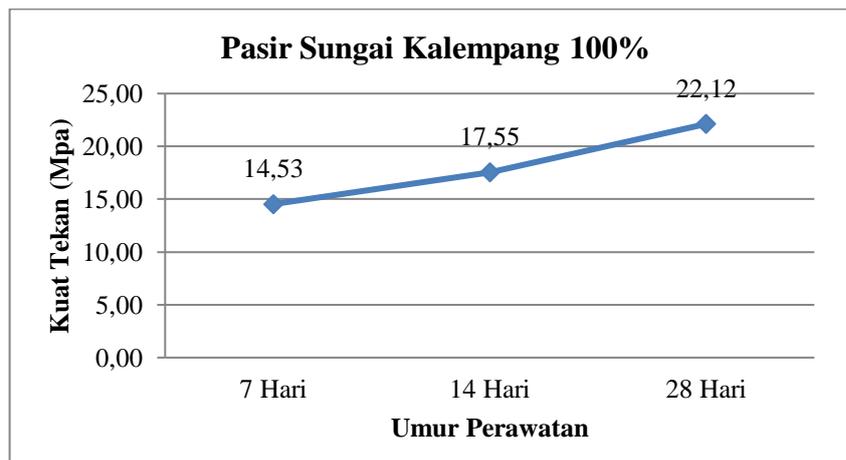
### 3. Pasir Sungai Kalempang 100% (BSK 100%)

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada variasi 100% pasir sungai Kalempang yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

**Tabel 4. 9** Rekap hasil kuat tekan pasir sungai Kalempang 100% (Sumber : Hasil olah data)

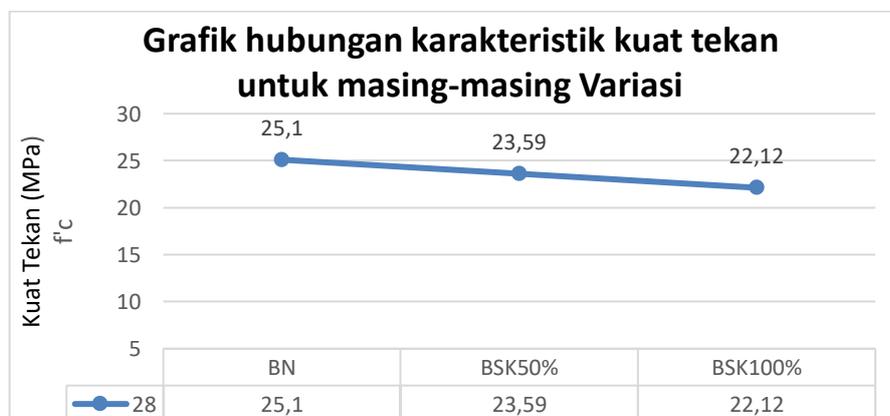
No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	11.057	256	14,53
2	14 Hari	11.957	310	17,55
3	28 Hari	12.310	390	22,12

Pada pengujian sampel uji dengan pasir sungai Kalempang 100% dengan ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 14,53 MPa untuk umur 7 hari, 17,55 Mpa untuk umur 14 dan 22,12 MPa untuk umur 28 hari, dimana telah memenuhi kuat tekan yang direncanakan dengan grafik sebagai berikut:



**Gambar 4. 7** Grafik pengujian tekan beton pasir sungai Kalempang 100%

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa pasir sungai Kalempang 100% mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 3.02 Mpa. sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 4,57 Mpa.



**Gambar 4. 8** Grafik hubungan karakteristik kuat tekan untuk masing-masing variasi

Pada grafik 4.8 dapat dijelaskan bahwa beton pasir sungai kalempang 50% umur 28 hari mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal sebesar 1,51 MPa, kemudian pada beton pasir sungai kalempang 100% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 2,98 MPa, Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa kuat tekan beton pasir sungai Kalempang 50% dan 100% tidak mencapai kuat tekan rencana.

### **E. Kuat Tarik Belah Beton**

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 9 buah sampel. Yang terdiri dari beton normal, pasir sungai Kalempang 50% dan pasir sungai Kalempang 100%. 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 Kalempang 50%, Pasir sungai Kalempang 100% adalah sebagai berikut:

#### **1. Beton normal (BN)**

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

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tekan 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 tekan rata-rata 6,444 MPa. Berdasarkan sumber nilai kuat tarik belah berkisar antara 9 -15%. Sehingga nilai pengujian kuat tarik belah sudah sesuai dengan nilai kuat tarik belah teoritis.

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. 9** Gambar tarik belah 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

$$\begin{aligned} \% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Atas}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{9}{20} \times 100 \\ &= 45 \% \end{aligned}$$

b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\begin{aligned} \% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Bawah}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{11}{20} \times 100 \\ &= 55 \% \end{aligned}$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 45% : 55 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

## 2. Pasir sungai Kalempang 50% (BSK 50%)

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi pasir sungai Kalempang 50% 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 Pasir sungai Kalempang 50% (*Sumber: Hasil pengolahan data*)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tekan f'c (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 kalempang 50% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 6,222 MPa.



**Gambar 4. 10** Gambar Tarik belah pasir sungai kalempang 50%

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

- a. Sebaran agregat bagian atas

$$\begin{aligned} \% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Atas}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{16}{34} \times 100 \\ &= 47,05 \% \end{aligned}$$

- b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\begin{aligned} \% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Bawah}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{18}{34} \times 100 \\ &= 52,94 \% \end{aligned}$$

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.

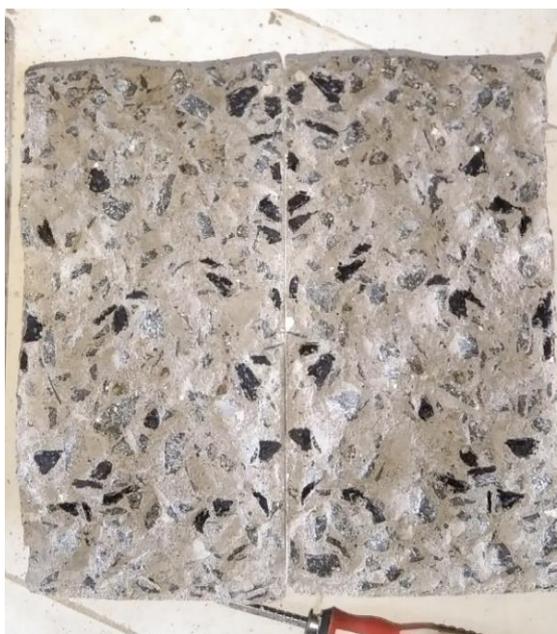
### 3. Pasir sungai Kalempang 100% (BSK 100%)

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi pasir sungai Kalempang 100% dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

**Tabel 4. 11** Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi Pasir sungai Kalempang 100%(*Sumber: Hasil pengolahan data*)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tekan $f'_c$ (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 pasir sungai Kalempang 100% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 5,778 Mpa.



**Gambar 4. 11** Gambar tarik belah pasir sungai Kalempang 100%

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

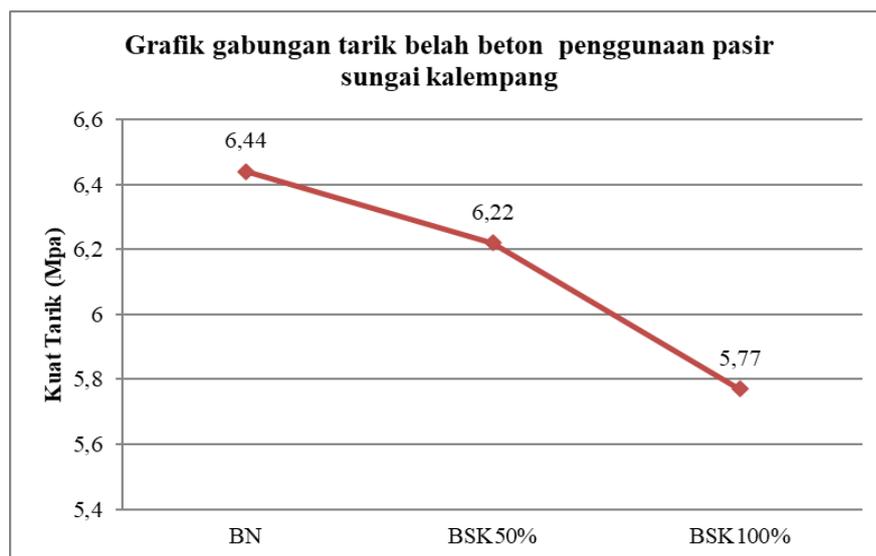
a. Sebaran agregat bagian atas

$$\begin{aligned} \% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Atas}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{14}{29} \times 100 \\ &= 48,27 \% \end{aligned}$$

b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\begin{aligned} \% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Bawah}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{15}{29} \times 100 \\ &= 51,72 \% \end{aligned}$$

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. 12** Grafik gabungan tarik belah beton penggunaan pasir sungai kalempang

Pada grafik gabungan pengaruh penggunaan pasir sungai Kalempang dapat dijelaskan bahwa pada beton karakteristik mengalami penurunan kuat tarik belah

dari beton normal sebesar 0,22 Mpa pada beton pasir sungai kalempang 50% penurunan kuat tarik belah dari beton normal sebesar 0,67 Mpa pada beton pasir sungai kalempang 100%. Dapat disimpulkan kuat tarik belah beton menurun seiring bertambahnya persentase variasi substitusi pasir sungai.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

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

1. Karakteristik pasir sungai Kalempang didapatkan kadar lumpur 4,47%, kadar organik No.2, Kadar air 4,71%, berat volume lepas 1,45, berat padat 1,57, Absorpsi 1,53, berat jenis 2,49%, modulus kehalusan 2,86 telah memenuhi spesifikasi untuk dijadikan bahan pengganti agregat pasir sungai pada campuran beton.
2. Pengaruh penggunaan pasir sungai kalempang kuat tekan beton mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya presentase variasi agregat pasir sungai Kalempang. Pada beton normal umur 7 hari dengan sebesar 16,99 Mpa, beton pengujian 14 hari 19,63 Mpa dan pengujian 28 hari dengan sebesar 25,10 Mpa. Pada variasi 50% pasir sungai kalempang umur 7 hari dengan sebesar 15,57 Mpa, beton pengujian 28 hari dengan sebesar 23,59 Mpa. Pada variasi 100% pasir sungai kalempang umur pengujian 28 hari dengan sebesar 22,12 MPa. kuat tarik belah mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya presentasi variasi agregat pasir sungai Kalempang pada pengujian benton normal umur 28 hari 6,444 MPa, pada pengujian 50% pasir sungai kalempang dengan rata-rata 6,222 MPa dan adapun pengujian pada 100% pasir sungai kalempang dengan sebesar 5,778 MPa.

## **B. Saran**

Adapun saran yang dapat disampaikan sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan penggunaan pasir sungai Kalempang dengan variasi lebih sedikit guna mengetahui kadar penggunaan optimum pada pasir sungai.
2. Berdasarkan hasil yang didapatkan penggunaan pasir sungai kalempang pada beton menurunkan kualitas beton sebesar 10% sehingga penggunaan lebih disarankan untuk penggunaan struktur ringan.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan superplasticizer dalam campuran beton pasir sungai agar kuat tekan beton pasir sungai kalempang dapat mengimbangi beton normal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Dumyati, Donny Fransiskus Manalu (Jurnal Fropil Volume 3 Nomor 1 Januari-Juni 2015). Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton.
- Concrete, A. C. C. O. "Standard specification for lightweight aggregates for structural concrete." ASTM International (2017).
- Frans Jovian Asmara, Suhendra, Annisaa Dwiretnani (Jurnal Talenta Sipil, Februari 2021). Analisis Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Yang Menggunakan Pasir Sungai Batang Asai Dan Pasir Sungai Batanghari.
- Handika Setya Wijaya, Blasius Tahik. ( Jurnal Qua Teknik Vol.10 No.2 September 2020). Uji Kelayakan Kualitas Pasir Sungai Maubesi Dengan Pasir Lumajang Terhadap Kuat Tekan Beton Dan Kuat Tarik Beton (Mutu Fc'25 Mpa.
- Imam Ashari.dkk Analisa Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Halus Pasir Citarik (Sukabumi) Dan Pasir Jebrod (Cianjur)
- Ira Puspitasari (Jurnal volume 09 No 02 Hal.147-159 Juli 2023). Kajian Perbandingan Kuat Tekan Dan Berat Jenis Beton Dengan Pasir Mundu Dan Pasir Malang
- Muhammad Buttomi Masgode,Imran. Jurnal Teknik Vol. 14 No.2 September 2021 Analisis Kuat Tekan Beton Normal Dengan Menggunakan Pasir Sungai Ulu Lapao-Pao
- Mohammad Qomaruddin, Arianto, R. Khotibul Umam, and Yayan Adi Saputro." Jurnal Ilmiah Teknosains, Volume.4 No.1 Mei 2018.
- Nurnilam Oemiati.dkk (Jurnal Volume 9 No.1 Januari 2022). Analisa Agregat Pasir Sungai Selangis, Sungai Kikim Dan Sungai Ogan Terhadap Kuat Tekan Beton fc'24
- Rahamawati, R., Mustakim, M., & Wahyuni, A. (2021). Studi Penggunaan Pasir Laut Desa Bojo Kabupaten Barru Sebagai Bahan Campuran Beton. *Karajata Engineering*,1(1), 6-12.
- 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
- SNI 03-2493-1991, Metoda Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium, Badan Standar Nasional, Indonesia
- SNI 03-2834-1993 (1993:1), Pengertian Agregat
- SNI 03-4142-1996. Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 MM). Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-4431-1997. "Kuat Tarik Lentur"
- SNI 03-4804-1998. 1998. Berat Isi Agregat Kasar dan Agregat Halus. SNI 03-691-1996. Pengujian Kuat Tekan Beton.
- SNI 15 2049 2004 Semen portland
- SNI 15-2049-2004, Pengertian Semen Portland
- SNI 1969-2008. Berat Jenis
- SNI 2417, 2008. Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan mesin Abrasi Los Angeles, Bandung
- Sorace, Antonella. "Gradients in auxiliary selection with intransitive verbs." *Language* (2000): 859-890.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-1993:1), Pengertian Beton
- Surya Hadi. (Jurnal Keilmuan Teknik Sipil Volume 3 Nomor 2 Edisi Desember 2020 Analisis Jenis Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton
- Wahyudi, Firman. Karakteristik Agregat Campuran Beton di Kabupaten Sumenep Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Diss. Universitas Wiraraja, 2017.
- Wimaya, Shirfi, Ahmad Ridwan, and Sigit Winarto. "Modifikasi Beton Fc 9, 8 Mpa Menggunakan Abu Ampas Kopi." *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil 3.2* (2020): 234.