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 (Rifki et al. 2023) .

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 (Ahmad Dumyati 2023).

Pasir sungai Lanrae yang berlokasi di Kecamatan mallusetasi, Kabupaten Barru mempunyai deposit material cukup melimpah, sumber yang dekat dan terjangkau dari pemukiman masyarakat setempat, didaerah 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 Lanrae untuk dijadikan sebagai bahan campuran beton.

Berdasarkan dari latar belakang di atas saya tertarik untuk meneliti pasir sungai Lanrae Kabupaten Barru sebagai pengganti agregat halus dengan judul "**Analisa Kualitas Pasir Sungai Lanrae 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 kasar dan halus sungai Lanrae?

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

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui karakteristik agregat kasar dan halus sungai Lanrae
2. Untuk mengetahui pengaruh pemakaian agregat kasar dan halus sungai Lanrae 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 fc' 25 Mpa
2. Semen yang digunakan adalah Portland Composite Cement (PCC)
3. Material yang digunakan adalah pasir sungai Lanrae Kabupaten Barru.
4. Menggunakan metode SNI 03-2834-2000 perencanaan campuran (Mix Design)
5. Campuran beton dicetak berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm
6. Variasi benda uji adalah 3 buah, terdiri dari beton normal, pasir sungai 50%, dan pasir sungai 100%
7. Penguajian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari
8. Penguajian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dilakukan penulis yaitu :

1. Memanfaatkan pasir sungai Lanrae sebagai material pengganti agregat halus untuk campuran beton.

2. Mengetahui kelayakan penggunaan agregat sungai Lanrae sebagai material kontruksi.
3. Sebagai rekomendasi pemerintah Kabupaten Barru 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/$m3$ sampai 2500 kg/$m3$ dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah maupun tidak dipecah (SNI 03-2834-1993:1 1993).

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 (Belay 2022)

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 (Garcia et al. 2008). Penggunaan bahan beton bertulang secara intensif diawali pada awal abad ke sembilan belas. Pada tahun 1801, F.Coignet menerbitkan tulisannya mengenai prinsip-prinsip kontruksi dengan meninjauh kelembapan

bahan beton terhadap taruknya. Pada tahun 1850, J.L.Lambot untuk pertama kalinya membuat kapal kecil dari bahan semen untuk dipamerkan untuk pameran dunia tahun 1855 di Paris. J.Monier seorang ahli ditaman dari Paris, mematenkan rangka metal sebagai tulangan beton untuk mengatasi taruknya yang digunakan untuk tempat tanamannya. Pada tahun 1886, koenen menerbitkan tulisan mengenai teori dan perancangan struktur beton. C.A.P tumer mengembangkan plat slab tanpa balok pada tahun 1906.

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

Perkembangan yang cepat dalam bidang seni serta analisis perancangan dan konstruksi beton telah menyebabkan dibangunnya struktur-struktur beton yang sangat khas (Garcia et al. 2008) seperti auditorium kresge dibostom, Marina Tower, Lake Point Tower di Chicago, dan Keong Mas di Taman Mini Indonesia.

2. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi bermacam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir dilakukan dengan cara khusus, umpannya diekspose agregatnya (agregat yanga mempunyai bentuk yang bertekstur seni tinggi diletakkan dibagian luar, sehingga Nampak jelas pada permukaan betonnya). Selain tahan terhadap serangan korosi, secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah:

a) Kelebihan Beton

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

b) Kekurangan Beton

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

Sebagian besar bahan pembuat beton adalah bahan lokal (kecuali semen Portland atau bahan tambah kimia), sehingga sangat menguntungkan secara ekonomi. Namun, pembuatan beton akan menjadi mahal jika perencanaan tidak

memahami karakteristik bahan-bahan penyusun beton yang harus disesuaikan dengan perilaku struktur yang akan dibuat.

Nilai kuat tekan beton dan kuat tariknya tidak berbanding lurus. Setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yang kecil dari kuat tariknya. Menurut perkiraan kasar, nilai kuat tarik berkisar antara 9%-15% kuat tekannya. Nilai pastinya sulit diukur pendekatan hitungan biasanya dilakukan dengan menggunakan modulus of rapture, yaitu tegangan tarik beton yang muncul pada saat pengujian tekan beton normal (normal concrete). Kecilnya kuat tarik beton inin merupakan salah satu dari beton biasa. Untuk mengatasinya beton dikombinasikan dengan tulangan beton dimana baja biasa digunakan sebagai tulangannya. Alasan penggunaan baja sebagai tulangan adalah koefisien baja hampir sama dengan koefisien beton. Beton tersebut didefinisikan sebagai beton yang ditulangi luas dan jumlah yang tidak kurang dari jumlah minimum yang diisyarakatkan dalam pedoman perencanaan, dengan atau tanpa pratekan dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja sama dalam menahan gaya yang bekerja (SKBI.1.4.53 1989:4 n.d.).

Beton juga dapat dicampur dengan bahan lainnya seprti composite atau bahan lainnya sesuai dengan prilaku yang akan diberikan terhadap beton tersebut, misalnya beton pra-tekan atau beton pra-tegang (pre-stressing), beton pra-cetak (pre-cast). Beton juga dapat untuk struktur yang memerlukan bahan sturktur yamg ringan, misalnya beton ringan sturktural (SKBI.1.4.53,1989:5) yaitu beton yang menggandung agregat ringan dan mempunyai massa kering udara yang sesuai dengan syarat seperti yang ditentukan oleh “ Testing Method for Unit Weight of

Structural Lightweight Concrete" (ASTM C-567). Beratnya tidak lebih dari 1900 kg/m^3.

3. Kinerja Beton

Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan stuktur. Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan kerja. Selain dua kinerja utama yang telah disebutkan diatas, yaitu kekuatan yang tinggi dan kemudahan pengerjaannya, kelangsungan proses pengadaan beton dalam proses produksinya juga menjadi salah satu hal yang dipertimbangkan.

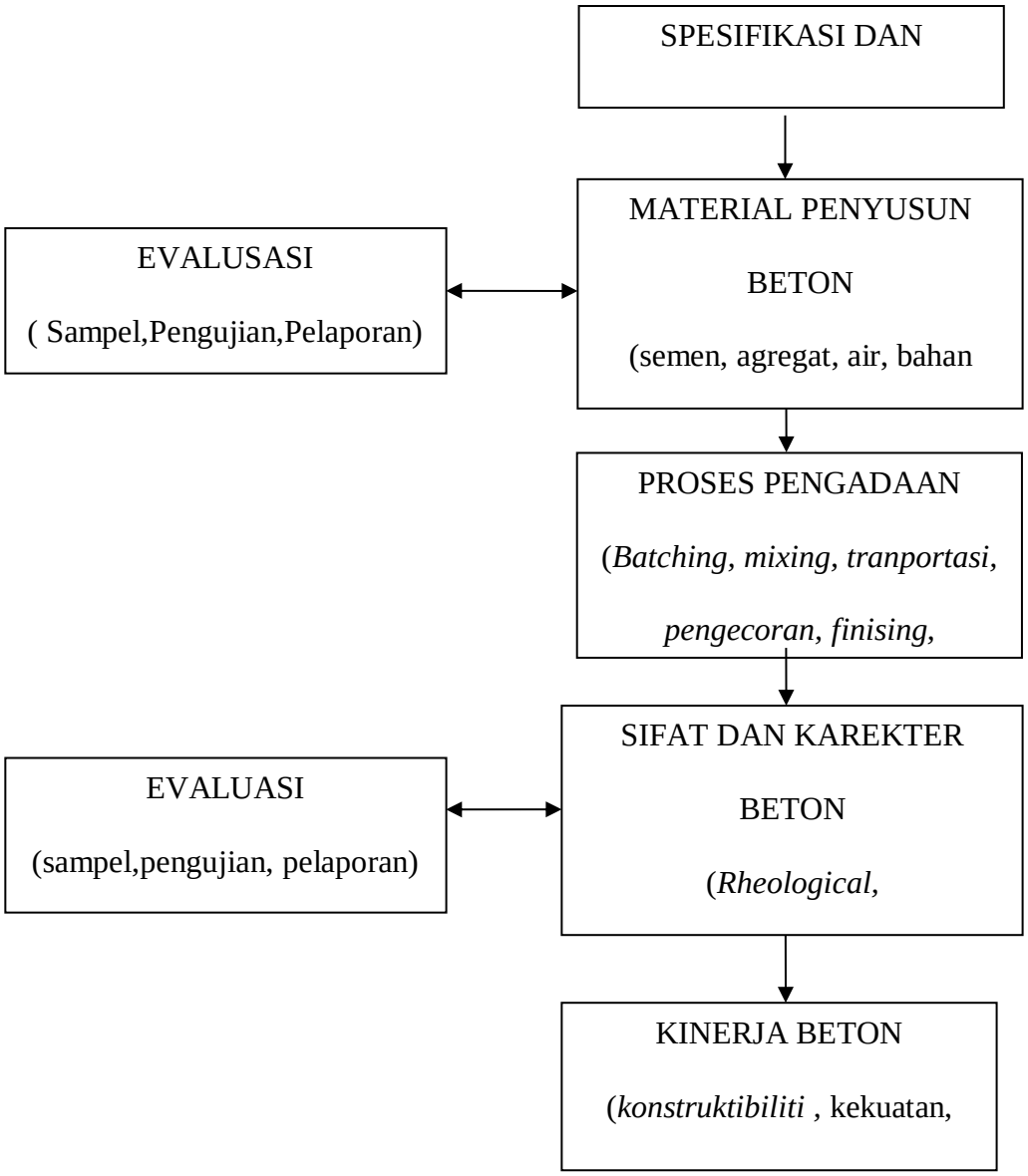
Sifat-sifat dan kareteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kategori bangunan yang dibuat. ASTM (American Standard Testing and Material) membagi bangunan menjadi tiga kategori yaitu: rumah tinggal, perumahan, dan struktur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

Menurut (SNI T.15-1990-03 2020) 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 2006)*:*

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 2007). 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 2007).

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 hidrolik. Semen hidrolis adalah semen yang mengeras bila bereaksi dengan air dan membentuk produk yang kedap air sedangkan klinker merupakan butiran

berdiameter 5-25 mm yang dihasilkan saat campuran bahan mentah dari komposisi awal dipanaskan dengan suhu tinggi. Semen berfungsi sebagai pengikat antara butiran-butiran agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butiran-butiran agregat.

Semen Portland tersusun atas 4 senyawa utama yaitu Trikalsium Silikat (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 sem en 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, SO3, NaO dan K2O sehingga dilakukan beberapa pembatasan. Selain dari sifat kimia yang telah dijelaskan diatas, semen juga memiliki sifak fisik semen yaitu ditinjau dari kehalusan butiran semen dan pengikatan dan pengerasan semen.

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

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

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

1) Jenis I, yaitu semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyratan khusus
2) Jenis II, yaitu semen Portland yand dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang
3) Jenis III, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi
4) Jenis IV, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut panas hidrasi yang rendah
5) Jenis V, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat yang sangat baik

Proses hidrasi pada semen terjadi apabila semen dicampur dengan air, dimana hidrasi berlangsung dalam 2 arah, ke luar dan ke dalam, hasil hidrasi akan mengendap secara bertahap dibagian luar dan inti semen yang belum terhidrasi dibagian dalam. Proses hidrasi sangat rumit, sehingga tidak semua reaksi dapat diketahui secara detail dan mendalam. Reaksi kimia dari proses hidrasi dari senyawa C2S dan C3S dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$2C3S + 6H (C3S2H3) + 3Ca(OH)2$$

$$2C2S + 4H (C3S2H3) + 3Ca(OH)2$$

Kinerja semen dalam hal kemudahan pengerjaan (Workability), pengerasan, dan kekuatan tergantung pada beberapa parameter kontrol kualitas yang meliputi kehalusan semen, kehilangan pengapian, alkalis dari klinker dan SO3, klinker bebas kapur, komposisi senyawa klinker, SO3 dari semen dan bentuk SO3.

b. Agregat

Menurut PBI agregat adalah butiran-butiran mineral yang dicampurkan dengan semen Portland dan air menghasilkan beton (Lastri Nola Br Berutu, 2020: 10). Agregat merupakan material pembentuk beton yang memiliki jumlah yang paling banyak dibanding dengan material lainnya.

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

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

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

1) Agregat kasar

Menurut (SNI 03-2834-1993:1 1993) 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 2023) adalah sebagai berikut :

a) Butir-butir tajam dan keras dengan indeks kekerasan =<2,2.
b) Kekal tidak pecah atau hancur oleh cuaca (terik matahari dan hujan), jika diujidengan larutan garam natrium sulfat bagian yang hancur maksimal 12%, sedangkan dengan larutan garam magnesium sulfat maksimum 18%.
c) Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.
d) Tidak mengandung zat organis terlalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan 3% NaOH, yaiu warna cairan diatas endapan agregat kasar tidak boleh lebih gelap dari pada warna standar gradasi.
e) Modulu halus butir antara 5 - 8 dan variasi butir sesuai standar gradasi.
f) Khusus untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat halus tidak relative terhadap alkali

2) Agregat halus

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

Persyaratan agregat halus secara umum menurut SK SNI S-04-1989-F (Ahmad Dumyati 2023) 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 lecak. Proses hidrasi dalam beton segar membutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen yang digunakan. Air adalah alat untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penuangan beton. Kekuatan dari beton ditentukan oleh perbandingan berat air dan semen (Ahmad Dumyati 2023).

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, Limantara, and Winarto 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, Ridwan, and Winarto 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).

Fc = PA (1)

Keterangan:

Fc : Kuat Tekan Beton (kg/cm2)

P : Beban yang bekerja (kg)

A : Luas penampang benda (cm2)



Gambar 2. 2 Pengujian Kuat tekan pada beton *(Sumber : Dokumntasi 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. 2023) :

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

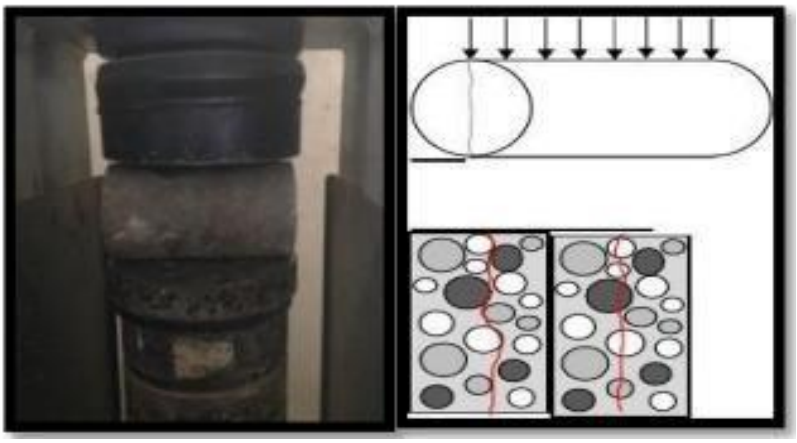
Keterangan:

f'sp : Kuat Tarik Belah (N/mm2)

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. 2023)*

B. Ekivalensi 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
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 (Untu E, Kumaat E.J, and Windah 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√ dan nilai perbandingan kuat Tarik belah berkisar 8,78-11,59% dari kuat tekan beton.

2. Penelitian yang dilakukan oleh (Asmara, Suhendra, and Dwiretnani 2021). Dengan judul Analisis Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Yang Menggunakan Pasir Sungai Batang Asai Dan Pasir Sunga i Batanghari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kuat tekan beton yang dihasilkan ketika menggunakan beberapa perlakuan terhadap pasir pantai Sampur. Perlakuan yang digunakan terhadap pasir Pantai Sampur adalah: tanpa perlakuan, disiram, dan dicuci. Kuat tekan beton direncanakan 17,5 MPa. Sampel berbentuk silinder dan berjumlah 24 buah. Penelitian ini juga menggunakan beton normal dari pasir yang berbeda sebagai kontrol, yaitu pasir daerah Padang Baru Kabupaten Bangka Tengah. Campuran beton dengan pasir Padang Baru (beton normal) menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 28,68 MPa. Sedangkan kuat tekan beton ratarata pada pasir pantai Sampur tanpa perlakuan sebesar 16,36 MPa, dengan perlakuan disiram sebesar 17,52 MPa dan dengan perlakuan dicuci sebesar 22,14 Mpa. Kuat tekan beton terbesar pasir Pantai Sampur terletak pada perlakuan dicuci yaitu sebesar 22,14 Mpa.
3. Penelitian yang dilakukan oleh (Handika Setya Wijaya 2020). Dengan judul Uji Kelayakan Kualitas Pasir Sungai Maubesi Dengan Pasir Lumajang Terhadap Kuat Tekan Beton Dan Kuat Tarik Beton (Mutu Fc’ 25 Mpa). Dari hasil ekpserimen yang telah dilakukan, Pasir sungai memiliki modulus kehalusan 2,747dan 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/mm² sedangkan untuk agregat Lumajang 25385,9141 N/mm²

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 (Oemiati, Arivai, and Efriansyah 2022) Dengan judul Analisa Agregat Pasir Sungai Selangis, Sungai Kikim Dan Sungai Ogan Terhadap Kuat Tekan Beton Fc'24. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton Fc'24 dari agregat pasir ke-tiga sungai- sungai tersebut. Hasil penelitian menunjukan 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 Fc'24.
6. Penelitian yang dilakukan oleh (Sudirman, Rahmawati, and Hamsyah 2025) dengan judul Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Mengunakan Agregat Kasar Sungai Bila Sebagai Material Campuran Beton. Agregat berukuran lebih besar menunjukkan peningkatan kuat tekan beton yang lebih signifikan selama periode pengujian 7 hingga 28 hari dibandingkan dengan agregat ukuran lebih kecil. Ukuran agregat yang lebih besar memberikan area kontak yang lebih luas dan distribusi beban yang lebih efisien, yang penting untuk desain campuran beton. Ada hubungan positif antara ukuran agregat dan kekuatan tarik belah beton. Agregat berukuran lebih besar meningkatkan kekuatan tarik belah sebesar 0,888 MPa. Faktor-faktor seperti distribusi partikel yang lebih optimal

dan pengurangan porositas menghasilkan beton yang lebih kuat dan mengurangi kebutuhan akan pasta semen, menghemat material, dan mengurangi potensi retak. Pemilihan ukuran agregat yang tepat penting untuk meningkatkan kekuatan tarik belah beton.

7. Dari hasil penelitian yang di lakukan 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 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 di lakukan oleh (Puspitasari 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 memliki nilai lebih besar dibandingkan BPL dimana ada kenaikan berat jenis sebesar 11,3% dengan penggunaan pasir Mundu.
9. Penelitian yang di lakukan oleh (Surya Hadi 2021) 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 berturu turut Sungai Kekeri 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 Kekeri kemudian Sungai Dodokan dan pasir dengan kualitas paling rendah adalah pasir dari Sungai Babak.
10. Penelitian yang di lakukan 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 rangkak 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 :

$$f'c = \sigma = \frac{P}{A} \quad \text{.....(1)}$$

Dimana :

f'c = σ = Kuat tekan Beton (Mpa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan sampel (mm^2)

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 :

$$Fct = \frac{2.P}{2.D} \quad \text{.....(2)}$$

Dimana :

Fct = 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 Lanrae.



Gambar 3. 1 Lokasi pengambilan agregat sungai Lanrae, kabupaten Barru *(Sumber: Google Earth)*

a. Agregat halus pasir sungai Lanrae



Gambar 3. 2 Agregat halus pasir sungai Lanrae, kabupaten Barru *(Sumber: Dokumentasi Pribadi)*

b. Agregat kasar sungai Lanrae



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

c. Bangunan yang menggunakan agregat pasir Lanrae



Gambar 3. 4 Bangunan yang menggunakan agregat sungai Lanrae

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2. Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 3 (tiga) bulan yaitu dimulai pada tanggal 26 Juli 2025. Durasi penelitian ini sampai dengan pemyusunan tugas akhir di selenggarakan selama 3 bulan, proses penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Mei – Juli 2025. Adapun alokasi waktu untuk setiap tahapan penelitian diuraikan dalam time schedule sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Jadwal pelaksanaan penelitian

NO	JENIS KEGIATAN	Alokasi waktu		
		Mei	Juni	Juli
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 Lanrae

c. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan berasal dari Gunung Lawowoi Kabupaten Barru.

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 Grafity*)

Berat jenis kering permukaan *(Bulk Specific Grafity)* 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 Grafity)

Berat jenis semu (*Apparent Specific Grafity*) 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 *(Bk)*
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 *(Bj)*

g. Letakkan benda uji dalam keranjang, goncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekapdan menentukan beratddnya dalam air *(Ba)*

h. Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan ke suhu standar (25° C)

Berikut adalah perhitungan yang digunakan dalam menentukan berat jenis agregat :

a. Berat jenis (*Bulk Specify Gravity*) $= \frac{Bk}{(Bj-Ba)}$ ..... (2)

b. Berat jenis SSD $= \frac{Bk}{(Bj-Ba)}$ ..... (3)

c. Berat jenis semu $= \frac{Bk}{(Bk-Ba)}$ ..... (4)

d. Penyerapan (Arbsorbsi) $= \frac{(Bj-Bk)}{Bk}\ x\ 100\ \%$ ..... (5)

Dimana :

Bk = Berat kering oven (gram)

Bj = 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
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 (kelecakan rendah), seperti untuk konstruksi lapis lantai *(pavement)*, nilainya dapat ditambah sekitar 10%.

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

$$W = V\ x\ SSD \quad \text{.....(6)}$$

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^3 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^3	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

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
BPSL 50%	3	3	3	3	12
BPSL 100%	3	3	3	3	12

Keterangan :0

BN : Beton Normal
BPSL : Beton Pasir Sungai Lanrae

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 subtitusi pasir sungai penganti 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.

Tabel 3. 5 Jumlah Sampel dan Fariasi Campuran Beton Sungai Lanrae

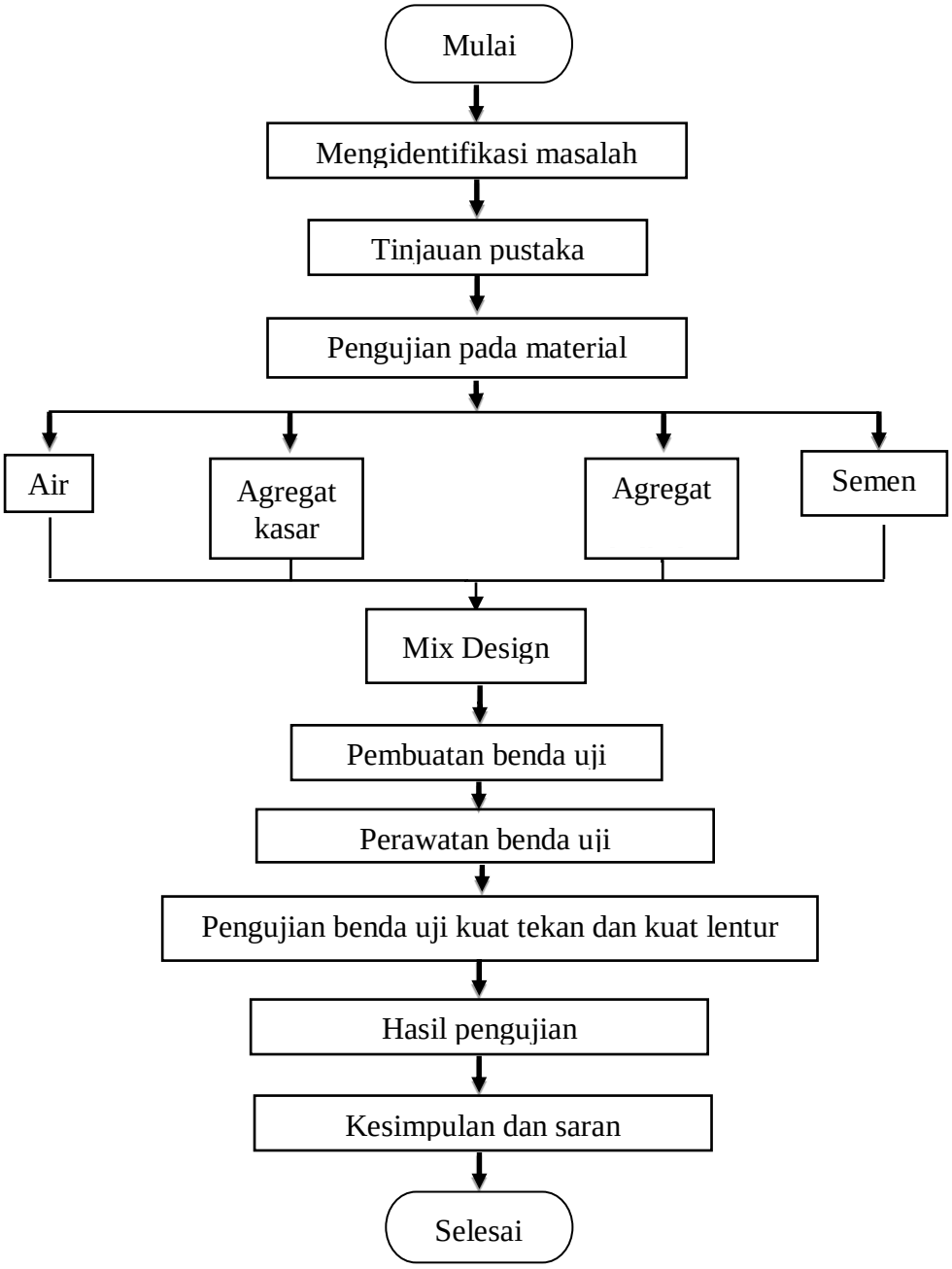
NO	Variasi Campuran Beton	Umur Hari (Buah)			Total (Buah)
		7	14	28	
1	*BN*	3	3	3	9
2	*BPSL 50%*	3	3	3	9
3	*BPSL 100%*	3	3	3	9
Total					27 Buah

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 delam 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



Tabel 3. 6 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 Lanrae)

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

Dari hasil pengujian laboratorium agregat halus didapatkan hasil sebagai berikut.

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

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 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.

c. Kadar organik

Kadar organik diambil dari nilai kadar lumpur agregat halus yang mana interval penilaiannya kadar organik lebih kecil nilainya dari kadar air. Nilai kadar organik diambill dari nilai rata-rata kadar lumpur yaitu 4,47% yang mana lebih kecil dari nilai kadar air yaitu 4,71%, sehingga kesimpulannya nilai kadar organik memenuhi untuk dapat digunakan.

d. Berat volume

Berat volume terbagi menjadi kondisi lepas dan kondisi padat dengan interval 1,4 – 1,9. Pada kondisi lepas berat sampel pertama 1,44 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% dengan rata-rata nilai absorpsi 1,51%. Dengan nilai interval 0,2% - 2% maka dapat disimpulkan bahwa nilai absopsi 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 2,4 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 keaussan 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

No.	Karakteristik agregat	Interval	Pengamatan		Rata-rata	Keterangan
			I	II		
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 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.

c. Kadar organik

Kadar organik diambil dari nilai kadar lumpur agregat halus yang mana interval penilaiannya kadar organik lebih kecil nilainya dari kadar air. Nilai kadar organik diambill dari nilai rata-rata kadar lumpur yaitu 4,47% yang mana lebih kecil dari nilai kadar air yaitu 4,71%, sehingga kesimpulannya nilai kadar organik memenuhi untuk dapat digunakan.

d. Berat volume

Berat volume terbagi menjadi kondisi lepas dan kondisi padat dengan interval 1,4 – 1,9. Pada kondisi lepas berat sampel pertama 1,44 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% dengan rata-rata nilai absorpsi 1,51%. Dengan nilai interval 0,2% - 2% maka dapat disimpulkan bahwa nilai absopsi 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 2,4 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 keaussan 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.

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.	Kadar organic	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	1.64	1.64	1.64	memenuhi
	f. Kondisi padat	1,6 – 1,9 kg/liter	1.77	1.77	1.77	memenuhi
5.	Obserpsi	Maks 4%	1.94%	1.94%	1.94%	memenuhi
6.	Berat spesifik					
	g. Bj. Nyata	1,6 – 3,3	2.65	2,65	2,65	memenuhi
	h. Bj. Dasar kering	1,6 – 3,3	2.52	2,52	2,52	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 1,64 dan berat sampel kedua 1,64 dengan rata-rata 1,64. Pada keadaan kondisi padat berat sampel peratama 1,77 dan berat sampel kedua 1,77 dengan rata-rata 1,77. 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 absopsi 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 2,64. Rata-rata berat jenis dasar kering 2,52 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 keaussan 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.

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus dan Kasar Berdasarkan SNI

Parameter	Pasir Sungai Lanrae	Pasir Normal	Agregat Kasar	Batas SNI
Kadar lumpur (%)	4,47	3,12	-	≤ 5%
Kadar organik	No.2	No.1	-	Maks. No.3
Kadar air (%)	4,71	3,25	1,21	-
Berat volume lepas (g/cm³)	1,45	1,50	1,35	-
Berat volume padat (g/cm³)	1,57	1,60	1,48	-
Berat jenis (SSD)	2,44	2,56	2,57	2,5–2,7
Absorpsi (%)	1,53	1,21	1,94	≤ 3%
Modulus kehalusan	2,86	2,68	-	2,3–3,1

Pasir Sungai Lanrae memenuhi syarat SNI sebagai agregat halus beton, meskipun kadar lumpurnya agak tinggi. Modulus kehalusan 2,86 menunjukkan ukuran butir cenderung kasar, yang dapat membantu gradasi campuran. Namun, nilai absorpsi 1,53% mengindikasikan porositas cukup tinggi, sehingga perlu perhatian terhadap kebutuhan air dan durabilitas beton.

B. Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

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

Diketahui data material:

Mutu beton	= 25 Mpa
Slump	= 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%

Perhitungan

1. Deviasi Standart

Fc’ = 25 Mpa

2. Deviasi Standart

Tabel 4. 5 Tabel nilai deviasi (kg/cm^2) untuk berbagai volume pekerjaan dan mutu pelaksanaan di lapangan *(Sumber: SNI 03-2834-2000)*

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Sd (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7
Tanpa Kendaili	8,4

Digunakan mutu pengendalian dengan tingkat jelek dikarenakan peneliti sebelumnya tidak pernah melakukan penelitian atau tidak ada pengalaman sama sekali.

3. Nilai tambah (margin)

M = 1,64 x SR

= 1,64 x 7

= 11,48 Mpa ≅ 12 Mpa

4. Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan

$fc\ target = f'c + m$

$= 25 + 12$

$= 37$ Mpa

5. Jenis Semen

Semen Portland Tipe 1

6. Jenis Agregat

Ageregat Halus = Alami

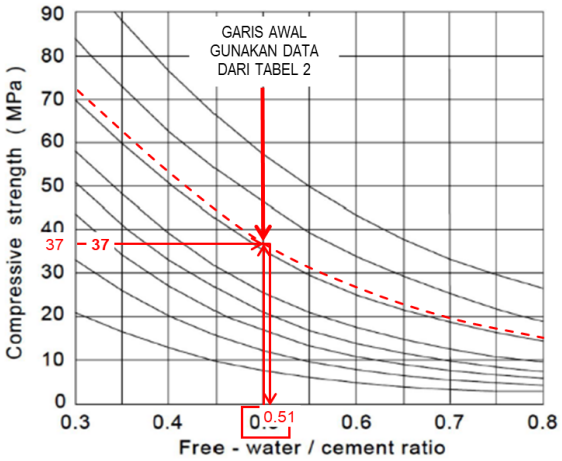
Agregat Kasar = Batu Pecah

7. Faktor Air Semen Bebas

= 0,51 Mpa

Tabel 4. 6 Perkiraan kekuatan tekan (Mpa) dengan faktor air semen, dan agregat kasar *(Seumber : SNI 03-02-2834)*

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (Mpa)				
		Umur (hari)				Bentuk
		3	7	28	29	Uji
Semen Portland Tipe 1	Batu tidak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulvat 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 rencana = 25 Mpa

f'c target = 31 Mpa

fas pakai = 0,51

8. Faktor Air Semen Maksimum

= 0,60

Tabel 4. 7 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^3 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		
b. air laut		Lihat Tabel 6

9. Slump

   Biasanya untuk pengecoran di dalam indor slump yang mudah dikerjakan adala 10 ± 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 mm

Tabel 4. 8 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) 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

    Wh = 195

    Wk = 225

    Wh adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus, sedangkan wk adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

    $W = \frac{2}{3} \text{ x } Wh + \frac{1}{3} \text{ x } Wk$

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

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

12. Kadar Semen

    Jika FAS max lebih besar dari FAS bebas maka digunakan :

    C = W / FAS Max

    Jika FAS Max lebih kecil dari FAS bebas maka digunakan :

    C = W / FAS Bebas

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

    C = W / FAS Max

C = 401,50 Kg/m^3

13. Kadar Semen Minimum

= 325,00 Kg/m^3

14. Faktor Air Semen Yang di Sesuaikan

= 401,50 Kg/m^3

15. Susunan Besar Butir Agregat Halus

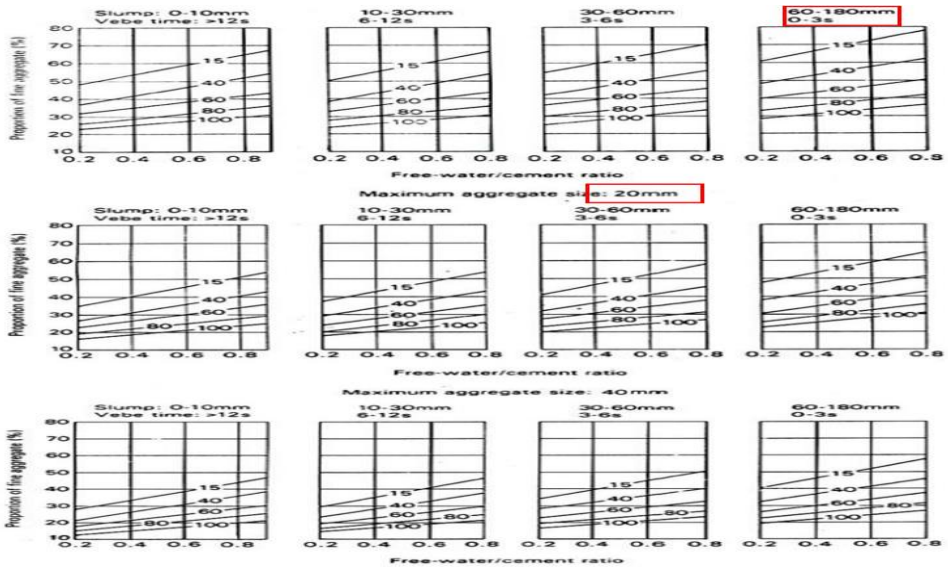
Jenis pasir = Agak halus

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

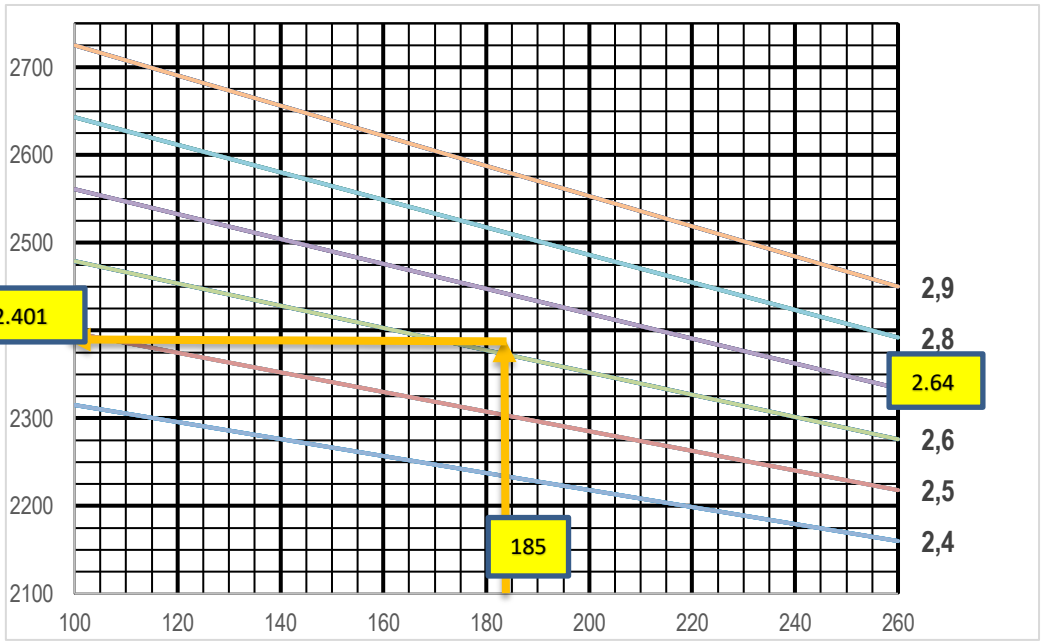
Berat jenis agregat gabungan dihitung dengan persamaan

Bj Ag.Gab = (Persesn Ag.Halus x Bj.Ag.Halus) + (Persen Ag.Kasar x Bj.Ag.Kasar)

= (41% x 2,44) + (59% x 2,57)

= 2,51

19. Berat Isi Beton



Gambar 4. 3 Grafik perkiraan berat isi beton
Sumber:(SNI 03-2834:2000)

Berat isi beton = 2.401 kg/m^3

20. Kadar Agregat Gabungan

Kadar agregat gabungan dihitung menggunakan persamaan :

Kadar Ag.gab = Berat isi beton – Kadar semen – Kadari air bebas

Kadar Ag.gab = 1794,50kg/m^3

21. Kadar Agregat Halus

    Kadar Ag.halus = Persen agregat halus x Kadar Ag.gabungan

    = 574,24 kg/m^3

22. Kadar Agregat Kasar

    Kadar Ag.Kasar = Kadar agregat gabungan – Kadar agregat halus

    = 1.220,26 kg/m^3

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

    Ag.Kasar = 1,21%

    Ag.Halus = 4,71%

    Sehingga berat massa penyesuaian berdasarkan kadar air adalah

    Ag.Kasar (Basah) = 1,21 % x 1220,26 = 14,769kg

    Ag.Halus (Basah) = 4,71 % x 574,24 = 27,046kg

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

    Air yang diberikan Ag.kasar = 1,94% x 1220,26 = 23,673 kg

    Air ang diberikan Ag.halus = 1,53% x 574,24 = 8,785 kg

    Dengan demikian kebutuhan air adalah sebagai berikut

    205,0 – 42,769 + 32,458 = 194,689kg

Maka perkiraan 1 m^3 beton adalah sebagi berikut

Air (yang ditambahkan) = 194,689 kg

Semen = 401,50 kg

Ag.Kasar = 1,211,35 kg

Ag.Halus = 592,50 kg

24. Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m^3 beton

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Kebutuhan Campuran Bahan Untuk 1 m^3 Beton *(Sumber : Hasil olah data)*

	kebutuhan persatu kubik beton		kebutuhan persatu selinder beton		kebutuhan 12 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

Perbandingan berat = W semen : W pasir : W kerikil : W air

1	1,4	3,02	0.48

25. Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Silinder Beton :

Dibutuhkan beton berbentuk silinder = 12 silinder beton

Diameter (d) = 0.15 m ss

Tinggi (h) = 0.3 m

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

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

= 0.0053 m^3

Volume total silinder = Vo1ume 1 silinder × Jumlah beton silinder

= 0,0053 m^3 × 3

= 0,0159 m^3

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

Volume tambahan = vol. 3 silinder x 15%

=0,0159 m^3 x 15%

= 0,00239 m^3

Vol. total = Vol. total silinder + Vol. Tambahan

= 0,0159 m^3 + 0,00239 m^3

= 0,01829 m^3

Tabel 4. 10 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

26. Kebutuhan Pasir sungai Lanrae Perbenda Uji :

a. Kebutuhan Beton Normal

Diameter (d) = 0.15 m

Tinggi (h) = 0.3 m

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

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

= 0.0053014 m^3

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

Volume tambahan = vol.1 silinder x 15%

= 0.0053 m^3 x 15%

= 0.000795 m^3

Vol. total 1 silinder = Vol. 1 silinder + Vol. Tambahan

= 0.0053014 m^3 + 0.000795 m^3

= 0.006096 m^3

Tabel 4. 11 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 normal	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 PSL	0,00	Kg	0,00	kg	0,00	kg

b. Untuk variasi 50% pasir sungai Lanrae

Kebutuhan volume pasir

Vol. pasir = B. pasir / B. Beton

= 561,6 / 2.401

= 0,234 m^3

W Pasir Normal = V. Pasir x 50% x Bj. Pasir

= 0,234 m^3 x 50% x 2439,02

= 280,80 kg

W B.PSL = V. Pasir x 50% x Bj. Pasir

= 0,234 m^3 × 50% x 2667,14

= 311,93 Kg

Kebutuhan bahan untuk variasi 50% pasir sungai Lanrae

Tabel 4. 12 Rekapitulasi Kebutuhan Campuran Bahan Untuk variasi 50% pasir sungai Lanrae *(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 normal	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 PSL50%	311,93 Kg	1,90 kg	5,71 Kg

c. Untuk variasi 100% pasir sungai Lanrae

Kebutuhan volume pasir

Vol. pasir = B. pasir / B. beton

= 561,6 / 2.401

= 0,234 m^3

W Pasir Normal = V. pasir x 100% x Bj. pasir

= 0,234 m^3 x 100% x 2439,02

= 0,00 kg

W B.PSK = V. pasir x 50% x Bj. pasir

= 0,234 m^3 × 100% x 2667,14

= 623,86 Kg

Kebutuhan bahan untuk variasi 100% pasir sungai Lanrae

Tabel 4. 13 Rekapitulasi kebutuhan campuran bahan untuk variasi 100% pasir sungai Lanrae (Sumber : Hasil olah data)

Bahan material beton	Kebutuhan persatu kubik beton		Kebutuhan persatu silinder beton		Kebutuhan 3 silinder	
W semen	401,50	Kg	2,45	kg	7,34	Kg
W pasir normal	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 PSK100%	623,86	Kg	3,80	kg	11,41	Kg

C. 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 Lanrae 50%, dan beton pasir sungai Lanrae 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 :

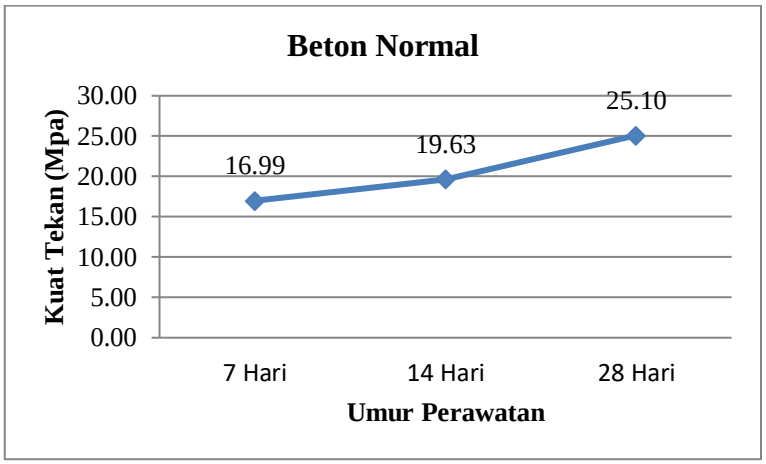
1. Beton Normal

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

Tabel 4. 14 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	12.287	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. 4 Grafik pengujian kuat tekan Beton Normal *(Sumber :Hasil Olah Data)*

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 5,47 MPa.

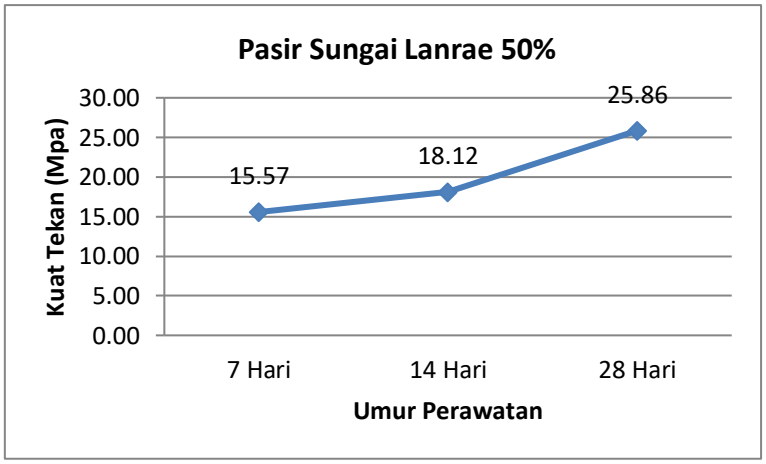
2. Pasir Sungai Lanrae 50%

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

Tabel 4. 15 Rekap hasil kuat tekan pasir sungai Lanrae 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	456	25,86

Pada pengujian sampel uji dengan beton pasir sungai Lanrae 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 25,86 memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 5 Grafik pengujian kuat tekan pasir sungai Lanrae 50%
(Sumber : Hasil Olah Data)

Pada grafik diatas dapat dijelaskan pasir sungai Lanrae 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 7,74 MPa.

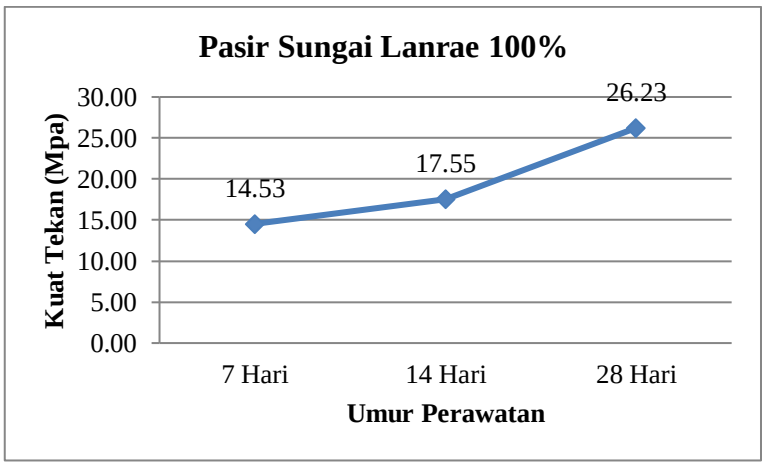
3. Pasir Sungai Lanrae 100%

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

Tabel 4. 16 Rekap hasil kuat tekan pasir sungai Lanrae 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	463	26,23

Pada pengujian sampel uji dengan pasir sungai Lanrae 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 26,23 MPa untuk umur 28 hari, dimana telah memenuhi kuat tekan yang direncanakan dengan grafik sebagai berikut:

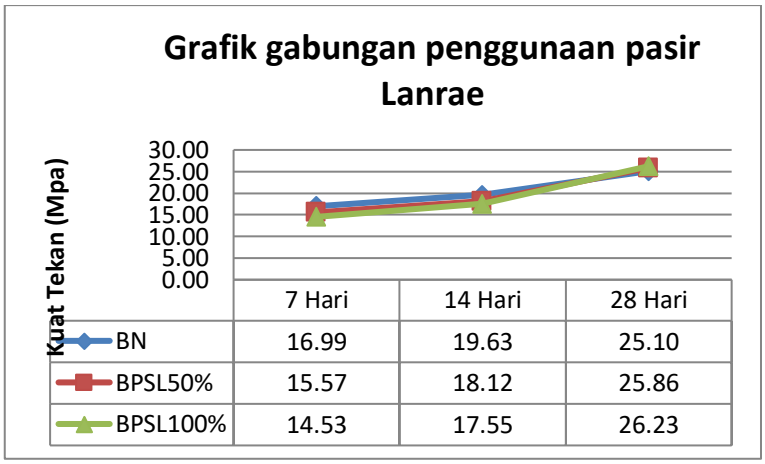


Gambar 4. 6 Grafik pengujian tekan beton pasir sungai Lanrae 100% *(Sumber :Hasil Olah Data)*

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa pasir sungai Lanrae 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 8,68.

Tabel 4. 17 Pengujian sesuai SNI 03-1974-1990 pada umur 7, 14, dan 28 hari.

Variasi Campuran Sungai Lanrae	Kuat Tekan 7 Hari (MPa)	Kuat Tekan 14 Hari (MPa)	Kuat Tekan 28 Hari (MPa)
BN	16,99	19,63	25,10
BPSL 50%	15,57	18,12	25,86
BPSL 100%	14,53	17,55	26,23



Gambar 4. 7 Grafik gabungan kuat tekan untuk masing-masing variasi
(Sumber : Hasil Olah Data)

Pada grafik 4.8 dapat dijelaskan bahwa beton pasir sungai Lanrae 50% umur 7 hari mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal sebesar 1,42 MPa, kemudian pada beton pasir sungai Lanrae 100% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 2,46 MPa.

Pada beton pasir sungai Lanrae 50% umur 14 hari mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal sebesar 1,51 MPa. kemudian pada beton pasir sungai Lanrae 100% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 2,08 MPa.

Pada beton pasir sungai Lanrae 50% umur 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan dari beton normal sebesar 0,76 MPa, kemudian pada beton pasir sungai Lanrae 100% mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 1,13 MPa, Sehingga dapat

ditarik kesimpulan bahwa kuat tekan beton pasir sungai Lanrae 50% dan 100% mencapai kuat tekan rencana.

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. 18 Hasil pengujian nilai *Slump test* (Sumber: Hasil olah laboratorium)

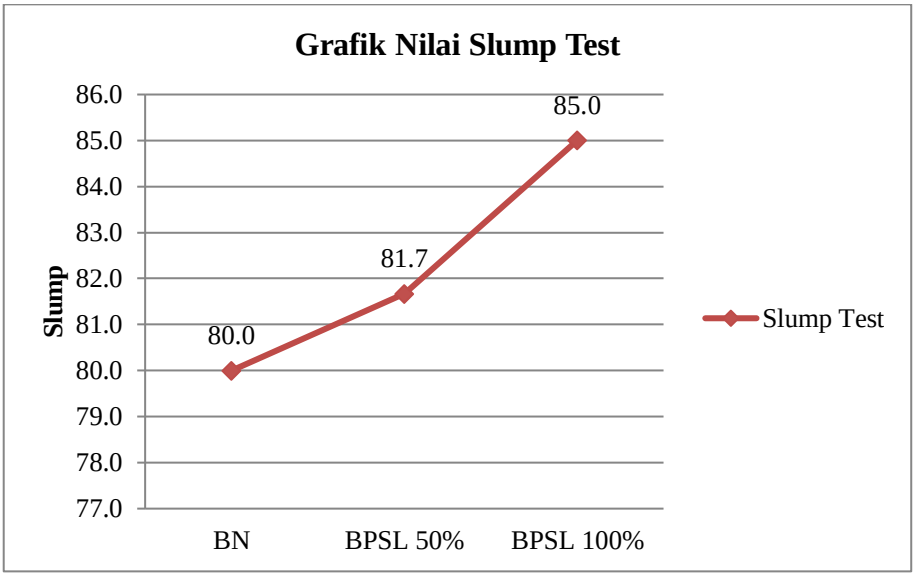
No	Variasi Campuran beton	Waktu campur (menit)	*Slump* rencana (mm)	*Slump* rata-rata lapangan (cm)
1	BN	± 10 Waktu campur (menit)	75 – 100 *Slump* rencana (mm)	80
2	BPSL 50%			81,7
3	BPSL 100%			85

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

Tabel 4. 19 Nilai slump kerucut Abrams sesuai SNI 03-1972-1990

Variasi Campuran	Nilai Slump (mm)
0% Pasir Sungai Lanrae	75
50% Pasir Sungai Lanrae	85
100% Pasir Sungai Lanrae	90

Penambahan pasir Sungai Lanrae diketahui meningkatkan nilai slump, yang kemungkinan disebabkan oleh kadar lumpur yang lebih tinggi dalam pasir tersebut, sehingga berfungsi sebagai pelumas alami antar butiran. Hasil temuan ini sejalan dengan pendapat Neville (2012) yang menyatakan bahwa keberadaan material halus dapat mempengaruhi sifat aliran beton. Pada penelitian ini, pemeriksaan nilai slump yang dilakukan diperoleh hasil seperti gambar dibawah ini



Gambar 4. 9 Perbandingan nilai *Slump* pada setiap variasi
(Sumber :Hasil Olah Data)

Dari gambar 4. 9 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 slumnya 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 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 Lanrae 50% dan pasir sungai Lanrae 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 Lanrae 50%, Pasir sungai Lanrae 100% adalah sebagai berikut:

1. Beton Normal

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

Tabel 4. 20 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. 10 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

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

$= \frac{9}{20} \times 100$

$= 45\ \%$

b. Sebaran agregat bagian bawah

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

$$= \frac{11}{20} \times 100$$

$$= 55\ \%$$

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 Lanrae 50%

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi pasir sungai Lanrae 50% dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 21 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi Pasir sungai Lanrae 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 Lanrae 50% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 6,222 MPa.



Gambar 4. 11 Gambar Tarik belah pasir sungai Lanrae 50%
(Sumber : Hasil Olah Data)

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

a. Sebaran agregat bagian atas

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

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

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

b. Sebaran agregat bagian bawah

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

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

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

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

3. Pasir Sungai Lanrae 100%

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

Tabel 4. 22 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi Pasir sungai Lanrae 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 Lanrae 100% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 5,778 Mpa.



Gambar 4. 12 Gambar tarik belah pasir sungai Lanrae 100%
(Sumber : Hasil Olah Data)

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

a. Sebaran agregat bagian atas

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

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

= 48,27 %

b. Sebaran agregat bagian bawah

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

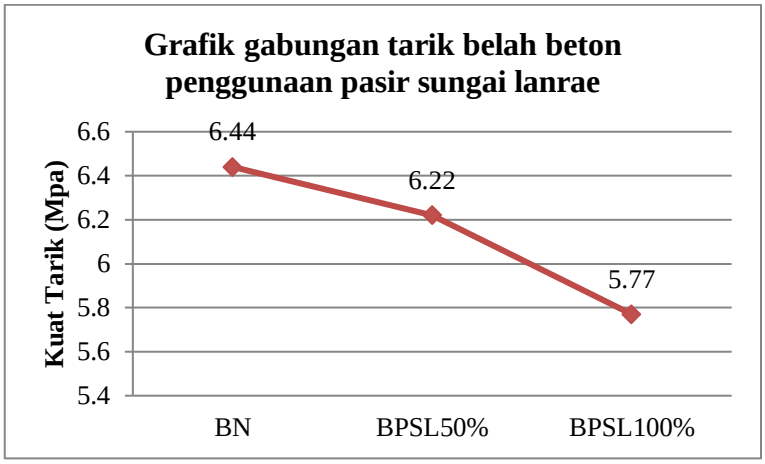
$= \frac{15}{29} \times 100$

= 51,72 %

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

Tabel 4. 23 Tabel Pengujian sesuai SNI 03-2491-2002 pada umur 28 hari.

Variasi Campuran Sungai Lanrae	Kuat Tarik Belah (MPa)	Persentase terhadap Kuat Tekan (%)
BN	6,444	25,67
BPSL 50%	6,222	26,37
BPSL 100%	5,778	26,12



Gambar 4. 13 Grafik gabungan tarik belah beton penggunaan pasir sungai Lanrae *(Sumber : Hasil Olah Data)*

Pada grafik gabungan pengaruh penggunaan pasir sungai Lanrae dapat dijelaskan bahwa pada beton karakteristik mengalami penurunan kuat tarik belah dari beton normal sebesar 0,22 Mpa pada beton pasir sungai Lanrae 50% penurunan kuat tarik belah dari beton normal sebesar 0,67 Mpa pada beton pasir sungai Lanrae 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. Penggunaan pasir Sungai Lanrae sebagai agregat halus dapat direkomendasikan untuk pembuatan beton struktural dengan mutu menengah, karena hasil pengujian menunjukkan kuat tekan yang memenuhi syarat standar.
2. Hasil pengujian karakteristik agregat halus dan agregat kasar menunjukkan bahwa seluruh parameter memenuhi persyaratan SNI. Pasir Sungai Lanrae memiliki kadar lumpur 4,47% dan modulus kehalusan 2,86 sehingga tergolong agak kasar, dengan nilai absorpsi 1,53% yang relatif tinggi. Meskipun demikian, pasir ini masih dapat digunakan sebagai agregat halus dalam campuran beton.
3. Hasil uji kuat tekan beton menunjukkan bahwa seluruh variasi campuran, baik beton normal, beton dengan 50% pasir Sungai Lanrae, maupun beton dengan 100% pasir Sungai Lanrae, mampu mencapai kuat tekan rencana pada umur 28 hari. Beton normal memperoleh kuat tekan rata-rata 25,10 MPa, variasi 50% pasir Sungai Lanrae sebesar 25,86 MPa, dan variasi 100% pasir Sungai Lanrae sebesar 26,23 MPa. Dengan demikian, penggunaan pasir Sungai Lanrae memenuhi syarat standar kualitas beton.
4. Nilai slump pada variasi beton dengan pasir Sungai Lanrae mengalami peningkatan dibandingkan dengan beton normal, yaitu 75 mm untuk beton

normal, 85 mm untuk beton dengan 50% pasir Sungai Lanrae, dan 90 mm untuk beton dengan 100% pasir Sungai Lanrae. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pasir Sungai Lanrae dapat meningkatkan workability campuran beton.

B. Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan sebagai berikut :

1. Penggunaan pasir Sungai Lanrae sebagai agregat halus dapat direkomendasikan untuk pembuatan beton struktural dengan mutu menengah, karena hasil pengujian menunjukkan kuat tekan yang memenuhi syarat standar.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh pasir Sungai Lanrae terhadap sifat mekanik beton lainnya, seperti modulus elastisitas, kuat lentur, serta durabilitas terhadap lingkungan agresif.
3. Penelitian lanjutan juga perlu mengkaji pengaruh penggunaan bahan tambah (admixture), baik berupa superplasticizer maupun silica fume, untuk meningkatkan kinerja beton berbasis pasir Sungai Lanrae.
4. Dari segi praktis, pasir Sungai Lanrae dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan bangunan di daerah sekitar sumber material, namun tetap perlu dilakukan pengendalian terhadap kadar lumpur agar tidak mempengaruhi kualitas beton.
5. Penelitian ini terbatas pada mutu beton 25 MPa. Untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif, perlu dilakukan kajian pada variasi mutu beton yang lebih tinggi maupun lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Dumyati, Donny Fransiskus Manalu . 2023. "Dumyati, A., & Manalu, D. F. (2015, June). Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. In FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil) (Vol. 3, No. 1, Pp. 1-13)." *Jurnal* 3: 1–14.

Asmara, Frans Jovian, Suhendra Suhendra, and Annisaa Dwiretnani. 2021. "Analisis Perbandingan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton Yang Menggunakan Pasir Sungai Batang Asai Dan Pasir Sungai Batanghari." *Jurnal Talenta Sipil* 4(1): 1. doi:10.33087/talentasipil.v4i1.42.

Belay, Bimrew Sendekie. 2022. "STUDI CAMPURAN LIMBAH SERAT BATANG SAGU SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA PEMBUATAN BETON NORMAL." *ארזjurnal* 5(8.5.2017): 2003–5.

Bintoro, Agnes Yuanita, Arthur Daniel Limantara, and Sigit Winarto. 2018. "Evaluasi Kekuatan ConcBlock Dengan Agregat Halus Dan Agregat Kasar Dari Tempurung Kelapa." *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil* 1(1). doi:10.30737/jurmateks.v1i1.162.

Dewi, Yuniar, Fitriansyah Fitriansyah, Adi Susetyo Dermawan, Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi, and Teten Suparto. 2023. "Variasi Penggunaan Limbah Crushing Plant Bijih Besi Gunung Batu Sebagai Agregat Halus Terhadap Mutu Beton." *Media Ilmiah Teknik Sipil* 11(2): 150–57. doi:10.33084/mits.v11i2.4758.

Fioroto., Anthony E, 1994. 2007. Concrete *Standard Specifications For Concrete Structures - 2007 "Materials and Construction."* http://conc.civil.okayama-u.ac.jp/~tayano7/JSCE/publication.html.

Garcia, Ana Rita, Sara Brito Filipe, Cristina Fernandes, Cristina Estevão, and George Ramos. 2008. "Concrete Construction Engineering Handbook." *eebook*.

Handika Setya Wijaya, Blasius Tahik. 2020. "UJI KELAYAKAN KUALITAS PASIR SUNGAI MAUBESI DENGAN PASIR LUMAJANG TERHADAP KUAT TEKAN BETON DAN KUAT TARIK BETON (MUTU FC' 25 MPa." 10(2): 274–82.

Oemiati, Nurnilam, Masri Arivai, and Efriansyah. 2022. "Analisa Agregat Pasir Sungai Selangis, Sungai Kikim Dan Sungai Ogan Terhadap Kuat Tekan Beton Fc'24." *Jurnal Teknik Sipil ITP* 9(1): 2. doi:10.21063/jts.2022.v901.02.

Puspitasari, Ira. 2023. "Kajian Perbandingan Kuat Tekan Dan Berat Jenis Beton Dengan Pasir Mundu Dan Pasir Malang." *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil* 9(2): 60. doi:10.26760/rekaracana.v9i2.60.

Rifki, Muhammad, Sri Haryanti Prasetiowati, Edy Masduqi, and Agustina Setyaningrum. 2023. "Karakteristik Beton Dengan Campuran Pasir Pantai Sebagai Agregat Halus." *Jurnal Rekayasa Lingkungan* 23(1): 27–36. doi:10.37412/jrl.v23i1.176.

SKBI.1.4.53 1989:4. "Menurut Pedoman Beton 1989,." *Radial* 5(1): 22–33.

SNI 03-2834-1993:1. 1993. "Ruang Lingkup Pengertian Persyaratan-Persyaratan, Https://Imsippoliban.Wordpress.Com/Wp-Content/Uploads/2016/03/Sni-03-2834-1993.Pdf." *03-2834*.

SNI T.15-1990-03. 2020. "Buku Pedoman." *Standar Kompetensi Lulusan*: 11.

STP 169C, Concrete and concerete-making materials. 2006. "Factors Influencing Concrete Workability." *ASTM Special Technical Publication* 169 D-STP: 59–72. doi:10.1520/stp36407s.

Sudirman, Zulkifli, Rahmawati Rahmawati, and Hamsyah Hamsyah. 2025. "Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Mengunakan Agregat Kasar Sungai Bila Sebagai Material Campuran Beton." *Jurnal TESLINK : Teknik Sipil dan Lingkungan* 7(1): 155–65. doi:10.52005/teslink.v7i1.493.

Surya Hadi. 2021. "ANALISIS JENIS PASIR TERHADAP KUAT TEKAN BETON." *Keilmuan Teknik Sipil* 4(1): 115–25.

(SNI 15-2049-2004, N.d.). 2004. "Sni 15-2049-2004." *Journal of Nursing Measurement* 15(1): 5–14.

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

Untu E, Kumaat E.J, and R S Windah. 2015. "Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton." *Jurnal Sipil Statik* 3(10): 703–8.

Wimaya, Shirfi, Ahmad Ridwan, and Sigit Winarto. 2020. "Modifikasi Beton Fc 9,8 Mpa Menggunakan Abu Ampas Kopi." *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil* 3(2): 234. doi:10.30737/jurmateks.v3i2.1096.