BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan konstruksi di Indonesia dimana hampir 70% bahan bangunannya adalah beton. Berbagai bangunan dibangun dengan menggunakan beton sebagai bahan utama bangunan, struktur terapung, dan transportasi. Beton terdiri dari campuran agregat halus (pasir) dan agregat kasar (pasir), yang ditambahkan semen dan perekat berbasis air sebagai bantuan dalam reaksi kimia selama proses pengawetan (Mulyono, 2003). Indonesia merupakan negara maritim dengan lebih dari 3.700 pulau dan 80.000 km pantai, dengan karakteristik kualitas pasir laut yang berbeda-beda (Mangerongkonda, 2007).

Pasir laut umumnya memiliki butiran halus, bulat, gradasi teratur (susunan butiran besar), dan mengandung kadar garam yang kurang baik untuk beton. Karena butiran kayu halus dan bulat serta gradasinya seragam, butiran kayu cenderung tidak melekat satu sama lain, yang dapat mempengaruhi kekuatan dan daya tahan beton. Namun, karena pasir laut mudah diperoleh dan pasir sungai dan pasir gunung sulit diperoleh serta mahal, pasir laut digunakan sebagai agregat halus untuk beton

Pengujian beton normal yang sudah pernah dilakukan sebelumnya pengujian pasir laut dengan pariasi 30% dari berat semen dengan hasil penelitian menunjukan bahwa nilai kuat tekan beton normal 21,39 MPa pada beton pasir laut dengan campuran sika grout 215 meningkat sebesar 25,19 MPa dan megalami

penurunan pada beton pasir laut tanpa sika grout 215 sebesar 17,98 MPa. Sedangkan untuk kuat tarik belah beton normal sebasar 2,90 MPa mengalami peningkatan pada beton pasir laut dengan campuran sika grout 215 sebesar 4,25 MPa dan mengalami penurunan pada beton pasir laut tanpa sika grout 215 sebesar 2,45 MPa (royanna sakura, dkk 2022)

Pasir Bawasalo yang berlokasi dekat dengan PLTU Barru Desa Bawasalo, Kecamatan Balusu, Kabupaten Barru mempunyai deposit material yang cukup melimpah, sumber yang dekat dan terjangkau dari pemukiman masyrakat setempat sehingga dapat diperoleh dengan mudah. Mayarakat setempat sampai saat ini kebanyakan masih menggunakan material dari sungai lasape karna kelayakan yang sudah diketahui meskipun pengeluaran lebih banyak, memperlambat pembangunan dan sebagian masyarakat setempat memilih menggunakan material agregat pantai bawasalo digunakan tanpa mengurangi kekuatan betonnya, sehingga dari segi ekonimisnya dapat ditekan biaya seefisien mungkin dan tidak mencemar lingkungan yang ada dipantai bawasalo.

Oleh karena itu material tersebut harus di teliti lebih lanjut di laboratorium agar dapat mengetahui sifat dan karakteristik material sebagai upaya meningkatkan kualitas beton yang dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pamakaian beton.

Berdasarkan dari latar belakang di atas saya tertarik untuk meneliti pasir pantai Bawasalo Kab. Barru sebagai pengganti agregat halus dengan judul "**Analisa Pasir Pantai Bawasalo Sebagai Material Pengganti Pada Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton"**

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik agregat halus pantai bawasalo?
2. Bangaimana pengaruh pemakaian agregat halus pantai bawasalo terhadap kuat tekan beton?
3. Bangaimana pengaruh pemakaian agregat halus pantai bawasalo terhadap kuat tarik belah beton?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui karakteristik agregat halus pantai bawasalo.
2. Untuk mengetahui pengaruh pemakaian agregat halus pantai bawasalo terhadap kuat tekan beton.
3. Untuk mengetahui pengaruh pemakaian agregat halus pantai bawasalo terhadap kuat 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 laut pantai Bawasalo Kab. 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 yang digunakan sebesar 0%, 50%, 100%
7. Penguajian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 dan 28 hari.
8. Penguajian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 7 dan 28 hari.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dilakukan penulis yaitu :

1. Memanfaatkan pasir pantai Bawasalo sebagai material pengganti untuk campuran beton.
2. Mengetahui kelayakan penggunaan agregat pantai bawasalo 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

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

BAB III METODE PENELITIAN

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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas secara keseluruhan tentang hasil penelitianyang dilakukan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

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

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

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

a) Keuntungan pemakain beton adalah sebagai berikut:
    1) Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
    2) Mampu menerima kuat tekan.
    3) Tahan terhadap temperature yang tinggi.
    4) Biaya pemeliharaan yang kecil.

b) Kerugianan pemakain beton adalah sebagai berikut:
    1) Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah.
    2) Beton menyusut bila mengalami kekeringan.
    3) Konstruksi yang menggunakan beton memiliki daya pantul suara yang besar.

1. Riwayat perkembangan beton

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

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

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

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

2. Kelebihan dan Kekurangan Beton

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

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

a) Kelebihan Beton
    1) Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
    2) Mampu memimukul beban yang berat.
    3) Tahan temperature yang tinggi.
    4) Biaya pemiliharaan yang kecil.
b) Kekurangan Beton
    1) Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah
    2) Pelaksanaan pekerjaan memiliki ketelitian yang tinggi
    3) Berat
    4) Daya pantul suara yang besar

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

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

yang muncul pada saat pengujian tekan beton normal (normal concrete). Kecilnya kuat tarik beton inin merupakan salah satu dari beton biasa. Untuk mengatasinya beton dikombinasikan dengan tulangan beton dimana baja biasa digunakan sebagai tulangannya. Alasan penggunaan baja sebagai tulangan adalah koefisien baja hamper 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 bahawa kedua material bekerja sama dalam menahan gaya yang bekerja (SKBI.1.4.53 1989:4).

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

3. Kinerja Beton

Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan stuktur. Selain karena kemudahn dalam mendapatkan material penyusunnya, hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang ccukup 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.

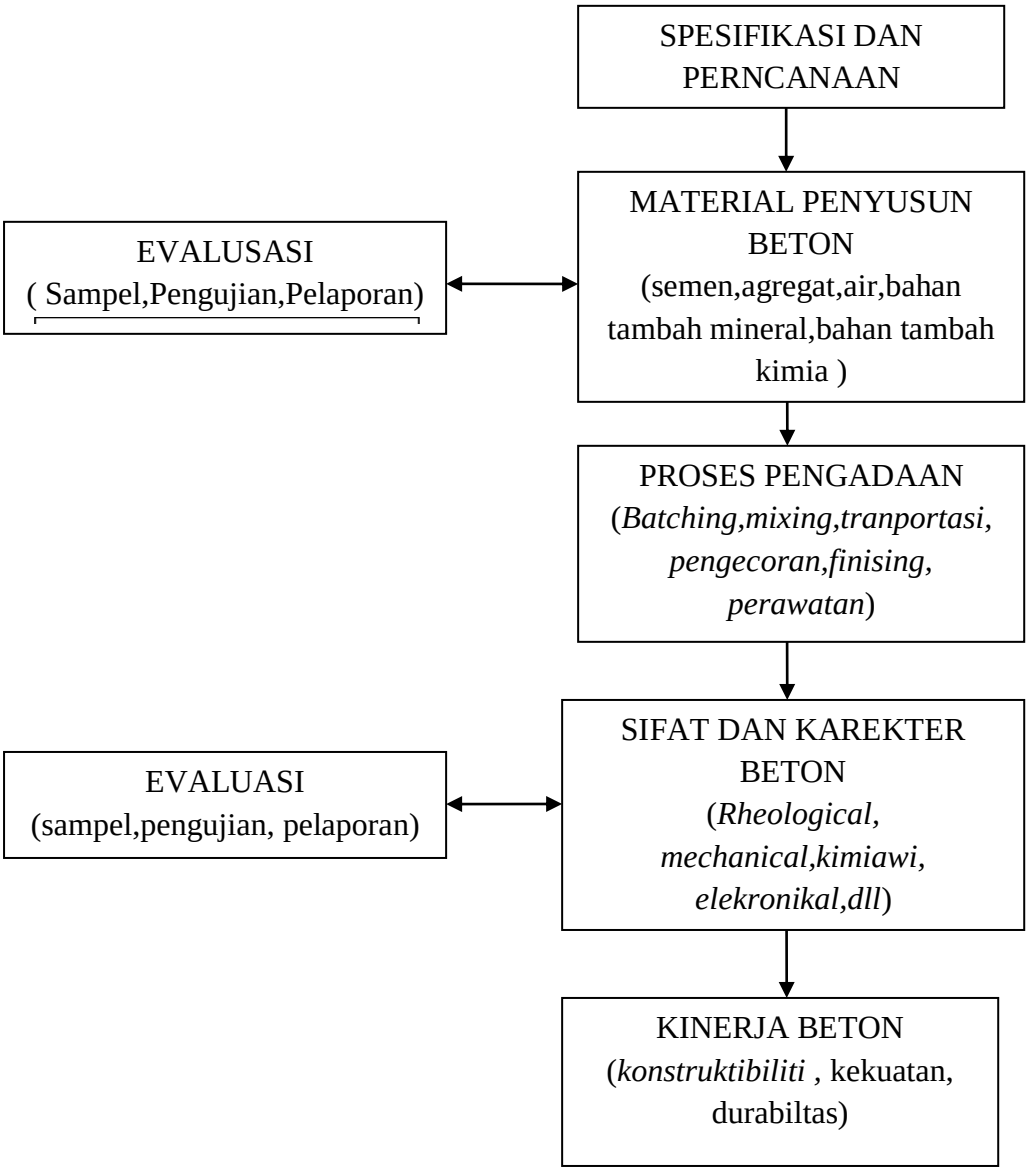
Sifat-sifat dan kareteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kategori bangunan yang dibuat. ASTM (*American Standard Testing and Material*) membagi bangunan menjadi tiga kategori yaitu: rumah tinggal, perumahan, dan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

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

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

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

Gambar 2.1 Proses keseragaman pembuatan beton *(sumber: STP 169C, Concerete, and Concerete-Making Materials)*



Gambar 2. 1 Proses keseragaman pembuatan beton *(sumber: STP 169C, Concerete, and Concerete-Making Materials)*

Kinerja yang dihasilkan pada proses pengadaan beton haruslah seragam. Secara umum, prosedur untuk mendapatkan kinerja yang seragam dalam pengerjaan beton dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 1.1 (Fioroto., Anthony E, 1994: 32). Survai yang dilakukan ASTM mengenai pengaruh bahan-

bahan yang digunakan terhadap kinerja beton dilakukan pada 27 responden. Kriteria penilaian variable menggunakan skala 1-10, dimana 10 merupakan pengaruh tertinggi terhadap kinerja yang dihasilkan. Penilaian ini didasarkan pada pentingnya penggunaan bahan tersebut untuk mengahasilkan kinerja tertentu dalam beton yang dibuat.

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

4. Material pembentuk beton

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

a. Semen *portland*

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

antara butiran-butiran agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butiran-butiran agregat.

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

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

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

Selain 4 senyawa pokok yang terdapat dalam semen, terdapat beberapa senyawa lain dalam semen yang memberikan pengaruh terhadap kinerja hidrasi maupun pengerasan semen, yaitu MgO, SO_3, NaO dan K_2O sehingga dilakukan

beberapa pembatasan. Selain dari sifat kimia yang telah dijelaskan diatas, semen juga memiliki sifak fisik semen yaitu ditinjau dari kehalusan butiran semen dan pengikatan dan pengerasan semen.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

B. Agregat

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

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

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

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

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

1) Agregat kasar

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

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

a) Butir-butir tajam dan keras dengan indeks kekerasan =<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



Gambar 2. 2 Agregat Kasar (*Dokumentasi pribadi*)

2) Agregat halus

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

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

a) Butir-butirnya keras dan tidak berpori.

b) Kekal tidak pecah atau hancur oleh cuaca (terik matahari dan hujan), jika diujidengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimal 12%, sedangkan dengan larutan garam Magnesium Sulfat maksimum 18%.

c) Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.

d) Tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.

e) Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20%.

f) Modulus halus butir antara 1,5 - 3,8 dan dengan variasi sesuai standar gradasi.



Gambar 2. 3 Agregat Halus *(Dukomentasi pribadi)*

C. Air

Air merupakan salah satu bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan beton. Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air harus selalu ada dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi suatu pasta sehingga betonnya lecak. Proses hidrasi dalam beton segar membutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen yang digunakan. Air adalah alat untuk

mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penuangan beton. Kekuatan dari beton ditentukan oleh perbandingan berat air dan semen (Ahmad Dumyati, 2015: 5).

b. Material tambahan pasir pantai / laut

Pasir laut adalah pasir yag diambil dari pesisir pantai. Butirannya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang paling jelek karena kandungan garam-garamnya. Garam ini menyerap air dari udara dan menyebabkan pasir selalu agak basah dan menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan (Anonim, 2012)

British Code CP 110:1972 memberikan batasan maksimum kandungan garam NaCl (Natrium Cloride) dari agregat laut sebesar 1 % dari berat semen yang digunakan, bahkan untuk penggunaan semen alumnia atau beton prategang hanya 0,1 %. Hal ini disebabkan kandungan garam yang ada bila berhubungan dengan udara akan menimbulkan senyawa kimia yang kurang baik terhadap beton (Siregar, dkk. 2008) dalam (Silaskandi, J. 2012)

Pasir laut mengandung komponen utama calsium (Ca^{2+}) yang berasal dari organisme laut seperti cangkang kerang dan terumbu karang. Selain kandungan utama tersebut juga terdapat magnesium (Mg^{2+}) dan silica (SiO_2^-) yang berasal dari aliran air sungai yang menuju ke laut.

D. Kuat tekan

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

Kuat tekan menjadi penentu mutu dan kualitas beton, yang dihasilkan dari pencampuran antara agregat, semen, dan air. Pembuatan beton baru dikatakan berhasil apabila beton mencapai kuat tekan yang telah ditentukan atau direncanakan dalam *mix design* (Wimaya et al., 2020).

Menurut SNI 1974-2011 mengenai Cara Uji Kuat Tekan Beton, perhitungan kuat tekan beton untuk benda uji berbentuk silinder ditetapkan dengan persamaan sebagai berikut : (Mahendra, Y. I, dkk 2021).

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

Keterangan:

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

P : Beban yang bekerja (kg)

A : Luas penampang benda (cm^2)



Gambar 2. 4 Pengujian Kuat Tekan Pada Beton

Sumber : Dokumntasi contoh pengujian kuat tekan beton

E. 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. Retakan ini hanya berpengaruh pada kuat tarik beton akan tetapi tidak berpengaruh pada kuat tekan beton, karena ketika beton menerima beban tekan maka retakan tersebut akan menutup dan akan terjadi penyebaran tekanan. Pengujian kuat tarik pada beton dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tarik dan pengujian dilakukan di laboratorium (Aryatnie, 2021).

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

$$f'sp = \frac{2P}{\pi LD} \quad \text{.....(2)}$$

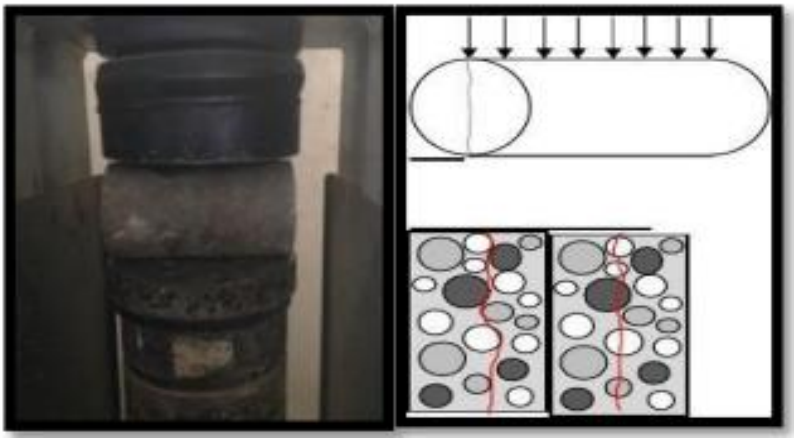
Keterangan:

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

P : Beban maksimum pada waktu belah (N)

L : Panjang benda uji silinder (mm)

D : Diameter benda uji silinder (mm)



Gambar 2. 5 Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Pola Retak

Sumber :(Dewi et al., 2020)

F. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

1. Penelitian yang dilakukan oleh Ruslan Raman, dkk pada tahun (2014). Dengan Judul Studi Kelayakan Teknis Penggunaan Pasir Laut Alor Kecil Terhadap Kualitas Beton Yang Dihasilkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan berdasarkan kualitas beton yang dilihat dari nilai kuat tekan serta kuat tarik belah beton menggunakan pasir laut Alor Kecil kondisi asli maupun yang dicuci terlebih dahulu dengan sampel beton pasir takari pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Hasil pengujian statistik berupa analisis varians diperoleh kesimpulan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dari hasil pengujian kuat tekan untuk masing masing sampel beton tersebut.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Dumyati, Donny Fransiskus Manalu pada tahun (2015). Dengan judul Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. 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 Muhammad Buttomi Masgode, dkk pada tahun (2023). Dengan judul Uji Kuat Tekan Beton Pada Material Alam Pasir Pantai Muara Lapao-Pao. Hampir 60% material beton masih mendominasi dalam pembangunan dibidang konstruksi di Indonesia. Pengujian ini memiliki tujuan yakni, mendalami karakteristik dari Pasir Pantai Muara Lapao-pao dalam pembuatan beton normal dengan mutu fc’ 18 Mpa. Dimensi sampel yang dipakai berbentuk silinder memiliki ukuran 150 mm x 300 mmberjumlah 18 buah. Dari hasil pengujian, peneliti memperoleh data bahwa nilai uji tekan pada Pasir Pantai Muara Lapao-pao tanpa dicuci lebih tinggi dibandingkan Pasir Pantai Muara Lapaopao dengan dicuci. Nilai uji tekan pada Pasir Pantai Muara Lapao-pao tanpa dicuci saat usia 7 hari sebesar 13,04 Mpa, usia 14 hari diperoleh 16,56 Mpa, dan usia 28 hari sebesar 21,23 Mpa. Sedangkan hasil uji tekan Pasir Pantai Muara Lapao-pao dicuci untuk usia 7

hari diperoleh 15,29 Mpa, untuk usia 14 hari diperoleh 16,65 Mpa, dan usia 28 hari diperoleh 16,84 Mpa. Dari data tersebut peneliti menyimpulkan bahwa kuat tekan untuk beton normal dengan Pasir Pantai Muara Lapao-pao tanpa dicuci lebih tinggi 24,38% dari kuat tekan beton dengan pasir pantai dicuci.

4. Arbain Tata, dkk pada tahun (2017). Dengan judul Studi Karakteristik Agregat Pasir Pantai Mangoli, Sosowomo dan Loto dalam Komposisi Beton. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari komposisi material pasir semen dari tiga quary pasir pantai yang berbeda dibandingkan dengan pasir gunung. Didapatkan kekuatan optimum serta pengaruh variasi faktor air semen (FAS) terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton pasir pantai. Benda uji yang dibuat adalah selinder dengan ukuran 150 x 300 mm dengan variasi faktor air semen (FAS) 0,4; 0,5; 0,6 dan 0,7. Benda uji selinder diuji pada saat umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukan bahwa pengujian kuat tekan dari tiga quarry yang berbeda dihasilkan kuat tekan paling tinggi dari pantai Loto. Dari material pasir pantai Loto dilaksanakan pengujian modulus elastisitas dengan nilai FAS divariasikan. Hasil menunjukan terjadi kenaikan nilai kuat tekan dari FAS 0,48 dan 0,4 dari 22,84 MPa menjadi 26,64 MPa, selanjutnya kuat tekan dari FAS 0.5, 0,6 dan 0,7 mengalami penurunan dari 20,32 MPa menjadi 13 FAS 80 MPa dan 11 FAS 73 MPa. Maka variasi optimum yang dapat digunakan adalah variasi FAS 0.4. Begitu pula dengan modulus elastisitas juga mengalami kenaikan dari FAS 0,48 dan 0,4 dari 25063,5 MPa menjadi 26292 MPa, selanjutnya variasi FAS dari 0,5; 0,6 dan 0,7 mengalami

penurunan dari 23465 MPa menjadi 18906 MPa dan 15133,5 MPa. Maka variasi optimum yang didapat adalah variasi FAS 0,4.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Rini, dkk pada tahun (2022). Dengan judul Analisis Eksperimental Penggunaan Pasir Laut Sorake dan Pasir Sungai Gomo pada Campuran Beton.. Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kuat tekan pada beton antara pasir laut Sorake dan pasir sungai Gomo sehingga diketahui kelayakan dari penggunaan pasir laut sorake dan pasir sungai Gomo sebagai bahan material campuran beton. Berdasarkan hasil kuat tekan dari setiap sample diperoleh kesimpulan (1) Nilai kuat tekan beton yang paling besar dengan menggunakan Pasir Laut tidak cuci adalah 20,55 Mpa. (2) agregat halus dari pasir laut sorake dan pasir sungai gomo tidak layak untuk struktur beton.
6. Penelitian yang dilakukan oleh Indra Syahrul Fuad, dkk pada tahun (2015). Dengan judul Pengaruh Penggunaan Pasir Sungai Dengan Pasir Laut Terhadap kuat tekan Dan Lentur Padamutu Beton K-225. Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa dari hasil uji kuat tekan beton yang menggunakan pasir sungai dengan perlakuan (BPST) mengalami peningkatan 45,85 kg/cm2 atau sebesar 22,35 % dari beton yang menggunakan pasir sungai dalam kondisi sebenarnya (BPS). Sedangkan pada kuat tekan beton menggunakan pasir laut dengan perlakuan (BPLT) mengalami peningkatan sebesar 6,25 kg/cm2 atau sebesar 2,23 % dari beton yang menggunakan pasir laut dalam kondisi sebenarnya (BPL). Kuat lentur beton yang menggunakan pasir sungai dengan perlakuan

(BPST) mengalami peningkatan sebesar 6,8 kg/cm2atau sebesar 16,67 % dari pasir sungai dalam kondisi sebenarnya (BPS), kuat lentur yang menggunakan pasir laut dengan perlakuan (BPLT) mengalami peningkatan sebesar 6,79 kg/cm2 atau sebesar 14,27 % dari pasir laut dalam keadaan yang sebenarnya (BPL).

7. Dari hasil penelitian yang di lakukan oleh Rusman Wimingga pada tahun (2022).penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh pasir laut sebagai agregat halus pada campuran beton Dan Menentukan pengaruh campuran agregat halus antara pasir laut dan pasir sungai atau gunung pada campuran beton. Serta menentukan pengaruh campuran agregat halus pasir laut terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat geser. hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran agregat halus beton menggunakan pasir laut dengan agregat halus pasir gunung menyebabkan mutu beton menurun. Dan penggunaan pasir laut sebagai agregat pada beton mengakibatkan kualitas mutu beton menurun karena tidak memenuhi standar spesifikasi agregat halus. Untuk pengaruh pada kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat geser mengalami penurunan seiring dengan penambahan variasi campuran agregat halus pasir laut.
8. Penelitian yang di lakukan oleh royanna sakura dkk pada tahun (2022) dengan judul analisa penggunaan pasir laut pada campuran beton dengan penambahan sika grout terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton.Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pasir laut terhadap kuat tekan dan tarik belah pada campuran beton dengan penambahan sika

grout sebesar 30% dari berat semen. Dari Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton normal 21,39 MPa pada beton pasir laut dengan campuran sika grout 215 meningkat sebesar 25,19 MPa dan mengalami penurunan pada beton pasir laut tanpa sika grout 215 sebesar 17,98 MPa. Sedangkan untuk kuat tarik belah beton normal sebesar 2,90 MPa mengalami peningkatan pada beton pasir laut dengan campuran sika grout 215 sebesaar 4,25 MPa dan mengalami penurunan pada beton pasir laut tanpa sika grout 215 sebesar 2,45 MPa.

9. Penelitian yang di lakukan oleh Eka Saputra dkk pada tahun (2009) dengan judul Analisis Penggunaan Pasir Laut Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kuat tekan beton yang dihasilkan ketika menggunakan pasir laut dengan beberapa perlakuan. Perlakuan yang digunakan terhadap pasir laut adalah: tanpa perlakuan, direndam selama 24 jam, dan penambahan kapur 5%, 10%, 15% dari berat semen. Beton yang direncanakan menggunakan fas 0,5 dengan sampel berbentuk silinder dan berjumlah 30 buah. Hasil Penelitian menggunakan pasir laut Kota Agung tanpa perlakuan menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 16,6539 MPa, perlakuan direndam sebesar 19,7997 MPa, dan penambahan kapur 5%, 10%, 15% sebesar 20,7249 MPa, 20,7249 MPa, 18,6894 MPa. Kemudian kuat tekan rata-rata menggunakan pasir laut Bengkenang tanpa perlakuan sebesar 18,8745 MPa, perlakuan direndam sebesar 19,0595 MPa, penambahan kapur 5%, 10%, 15% sebesar 20,5399 MPa, 21,6501 MPa, 18,3193 MPa.

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. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan mutu beton yang direncanakan adalah 20 MPa. Penelitian ini menggunakan 2 jenis pasir yang diambil dari daerah yang berbeda yaitu pasir Petok dan pasir Padang. 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.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

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

B. Lokasi Dan Waktu

Lokasi dan waktu penelitian dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare, Jl. Jend. Ahmad Yani No. Km. 6, Kel. Bukit Harapan, Kec. Soreang kota parepare.

2. Waktu penelitian

Durasi penelitian ini sampai dengan pemyusunan tugas akhir di selenggarakan selama 3 (tiga) bulan, proses penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Juni-Agustus 2023. Adapun alokasi waktu untuk setiap tahapan penelitian diuraikan dalam *time skedjule* sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Jadwal pelaksanaan penelitian

NO	JENIS KEGIATAN	Alokasi waktu		
		Juni 2023	Juli 2023	Agustus 2023
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

1. Alat

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

a) Saringan

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

2) Saringan dengan nomor berturut-turut No. ¾, No. ½, No. 3/8, No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200 yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar untuk mengetahui gradasi agregat kasar (kerikil).

b) Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang bahan susun adukan beton.

c) Gelas ukur

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

d) Piknometer

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

e) Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengujur semua dimensi benda uji.

f) Oven

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

g) Mesin aduk campuran

Mesin aduk campuran digunakan untuk mengaduk bahan penyusun beton.

h) Kerucut abrams.

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

i) Penggaris

Penggaris digunakan untuk mengukur nilai slump.

j) Cetakan beton

Cetakan beton yang digunakan adalah bentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm dan balok dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm.

k) Batang baja

Batang baja digunakan untuk memadatkan adukan beton.

l) Mesin uji tekan

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

m) Mesin uji tarik belah

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

n) Mesin Los Angeles

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

2. Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan yang terdiri dari:

a) *Portland Composit Cement* (PCC).

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

b) Agregat halus

Agregat halus yang digunakan berasal dari Pantai bawasalo Desa Bawasalo Kabupaten Barru.

c) Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan berasal dari CV. Matanre mandiri corn Kabupaten Sidrap.

d) Air

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

D. Prosedur dan Rencana Penelitian

1. Tahapan pemeriksaan

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

a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

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

1) Agregat di timbang dengan berat yang telah ditentukan (pasir seberat 1000 gram dan kerikil seberat 2000 gram).
2) Agregat kemudian di rendam selama $\pm$ 24 jam.
3) Setelah direndam selama $\pm$ 24 jam, agregat kemudian dikeringkan hingga mencapai keadaan kering permukaan. Untuk mengetahui apakah kondisi sudah tercapai pada pasir dilakukan dengan cara pasir dimasukkan kedalam kerucut yang diletakkan ditempat rata, kemudian dimasukkan 1/3 bagian, kemudian padatkan dengan cara

ditumbuk sebanyak 8 kali begitu pula dengan lapisan ke 2 (dua), dan untuk lapisan ke 3 (tiga) ditumbuk sebanyak 7 kali.

4) Untuk pasir (pasir dengan kondisi kering permukaan tadi dimasukkan kedalam piknometer sebanyak 1000 gram dan ditambahkan air sampai 90 % penuh, kemudian dikocok selama $\pm$ 5 menit). Kemuidan untuk kerikil (kerikil dengan kondisi kering permukaan tadi seberat 2000 gram ditimbang di udara, kemudian ditimbang di dalam air).
5) Agregat dikeluarkan dari wadah kemudian di oven selama $\pm$ 24 jam
6) Agregat di keluarkan dari oven kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat kering.

b. Pemeriksaan kadar organik agregat halus

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

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

c. Pemeriksaan keausan agregat kasar

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

1) Kerikil ditimbang seberat 2000 gram, kemudian dicuci dan dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu 110℃.
2) Masukkan kerikil kedalam mesin *Los Angeles Abrassion Machine* beserta bola baja kemudian tekan tombol start.
3) Keluarkan agregat dari dalam mesin, kemudian saring menggunakan saringan No. 12.

d. Pemeriksaan kadar air agregat

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

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

e. Pemeriksaan kadar lumpur agregat

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

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

2. Tahapan pembuatan benda uji

a. Pemeriksaan material campuran beton

1) Timbang material campuran beton, yaitu semen, agregat (halus dan kasar), dan air sesuai dengan berat yang telah ditentukan dalam rancangan campuran beton.

2) Mempersiapkan peralatan-peralatan yang dibutuhkan dalam pencampuran beton.

b. Pencampuran beton

1) Masukkan air kedalam mesin sebanyak 80 % dari yang telah ditentukan kemudian masukkan juga agregat dan semen.

2) Masukkan sedikit demi sedikit sisa air yang tadi kedalam mesin yang berputar dengan tidak kurang dari 3 menit sampai airnya habis.

c. Pemeriksaan nilai slump

1) Masukkan campuran beton segar kedalam kerucut abrams sebanyak 1/3 bagian dengan 3 lapisan, setiap lapisan ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali. Setelah lapisan terakhir selesai ditusuk, tunggu selama 30 detik kemudian angkat kerucut ke atas, nilai slump yaitu selisih tinggi antara kerucut abrams dengan permukaan atas beton setelah ditarik.

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

d. Pembuatan benda uji kuat tekan

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

e. Pembuatan benda uji kuat tarik belah

1) Campurkan beton segar dimasukkan kedalam cetakan silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm yang sebelumnya telah diberi minyak pelumas pada bangian dalam.
2) Cetakan diisi dengan campuran beton segar secara merata dan cetakan penuh.
3) Kemudian bagian atas permukaan campuran beton diratakan di bagian atas cetakan dengan penggunaan tonngkat perata.

Tahapan perawatan beton Setelah 24 jam beton dibuka dari cetakan, kemudian diberi tanda untuk selanjutnya dilakukan perendaman didalam bak air selama periode waktu yang telah ditentukan.

2. 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, 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 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. 2 Jumlah Perkiraan Benda Uji Kuat Tekan dan kuat tarik belah Beton

Jenis sampel	Variasi	Kuat tekan		Kuat Tarik belah
		7	28	28
Beton normal	0%	3	3	3
Beton pasir pantai	50%	3	3	3
Beton pasir pantai	100%	3	3	3
Total		27		

E. Teknik Pengumpulan Data

1. Pengumpulan Data Sekunder

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

2. Pengumpulan Data Primer

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

F. Teknik Analisis Data

1. Evaluasi Karakteristik Bahan

Evaluasi bahan-bahan penyusunan beton seperti semen, agregat (kerikil), denda Agregate (pasir) dan air. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari tahu apakah bahan yang digunakan untuk membentuk beton dalam penelitian ini memiliki nilai sesuai dengan persyaratan standar yang telah didirikan.

2. Analisa Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton

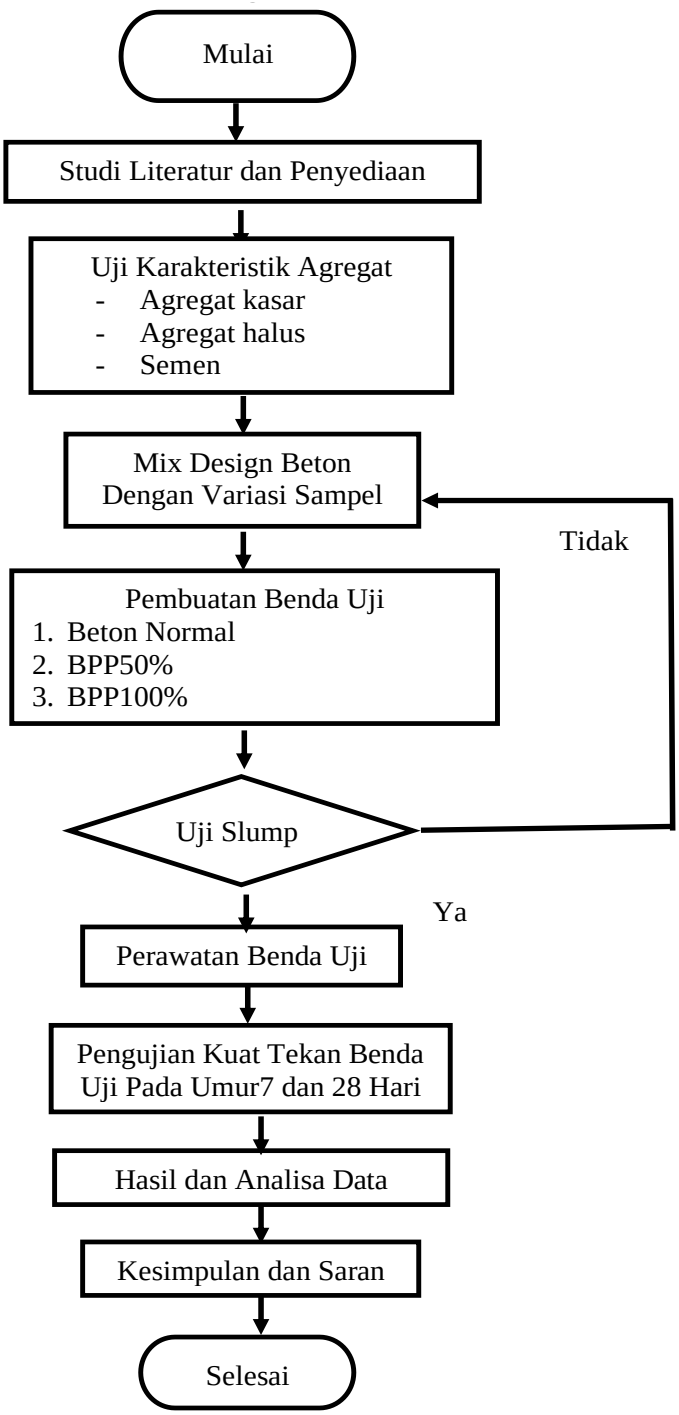
Analisis yang dilakukan dengan membandingkan hasil data dari kekuatan kompresive dari setiap variasi campuran melalui grafik, sehingga kita dapat menentukan efek yang dihasilkan di setiap grafik usia beton.

Untuk menghitung besarnya kuat tekan dipergunakan persamaan matematis, sebagai berikut:

a. Pengujian Kuat Tekan Beton (SN1 974-2011)

b. Pengujian kuat Tarik belah Beton (SNI 03-2491-2002)

G. Diagram alir



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

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

1. Agregat Pasir Sungai

Tabel 4. 1 Rekapitulasi pengujian agregat pasir sungai (Sumber: Hasil olah data 2023)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	NILAI RATA-RATA	KETERANGAN
1	Kadar lumpur	Maks 5%	3.90%	Memenuhi
2	Kadar organic	< No. 3	No. 2	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	3.52%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.45	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1.89	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1.42%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2.32	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.24	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.27	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3.29	Memenuhi

Dari pengujian agregat pasir sungai didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Kadar lumpur agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat pasir sungai diatas yaitu 3,90%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 5% yang menunjukkan bahwa material agregatpem pasir sungai tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

b. Kadar organik agregat

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

c. Kadar air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar air agregat pasir sungai di atas yaitu 3,52%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 2,00%-5,00% yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

d. Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat pasir sungai kondisi lepas diatas yaitu 1,45 sedangkan pengujian berat volume agregat pasir sungai kondisi padat yaitu 1,89, dari ke 2 (dua) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,4-1,9 kg/liter yang menandakan bahwa

material agregat pasir sungai (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

e. Penyerapan air agregat

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

f. Berat jenis agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat jenis nyata diatas yaitu 2,32, berat jenis kering yaitu 2,24 dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,27, dari ke 3 (tiga) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,6-3,3 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

g. Modulus kepasir sungaian agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian modulus kepasir sungaian agregat pasir sungai diatas yaitu 3,29, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,50-3,80 yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

2. Agregat Kasar

Tabel 4. 2 Rekapitulasi pengujian agregat kasar (Sumber: Hasil olah data 2023)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	NILAI RATA-RATA	KETERANGAN
1	Kadar lumpur	Maks 1%	1.00%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	10.9%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	1.94%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1.83	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1.86	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	2.25%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	3.10	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.90	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.96	Memenuhi
7	Modulus kepasir sungaian	6,0 - 8,0	7.54	Memenuhi

Dari pengujian agregat kasar diatas didapatkan hasil sebagai berikut.

a. Kadar Lumpur

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat kasar diatas didapatkan hasil 1,00%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 1% yang menunjukkan bahwa material agregat kasar tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu

b. Keausan Agregat

Dari pengujian tingkat keausan agregat kasar menggunakan mesin *Los Angeless* diatas didapatkan hasil 10,9% yang nilainya lebih kecil dari 50% sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

c. Kadar Air

Dari pengujian kadar air diatas didapatkan hasil 1,94% yang nilainya lebih kecil dari 2 % sehingga agregat kasar dapat digunakan pada campuran beton.

d. Berat Volume

Dari pengujian berat volume rongga agregat kasar didapatkan hasil 1,83 sedangkan pada pengujian berat volume padat didapatkan hasil 1,86 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6 – 1,9 kg/liter sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

e. Penyerapan Air

Dari pengujian penyerapan air agregat kasar diatas didapatkan hasil 2,25% yang nilainya masih dalam interval maksimum 4 % sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

f. Berat Jenis

Dari pengujian berat jenis nyata didapatkan hasil 3,11. Berat jenis kering didapatkan nilai sebesar 3,10. Dan untuk berat jenis kering permukaan didapatkan hasil pengujian sebesar 2,90 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6–2.96 sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton

g. Modulus Kepasir sungaian

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar SNI, interval untuk modulus kepasir sungaian yaitu berada antara 6,0-8,0. Sedangkan hasil yang diperoleh dari penelitian yaitu 7,54 adalah sesuai dengan spesifikasi. Jadi agregat tersebut dapat digunakan dalam campuran beton.

3. Agregat Pasir Pantai

Tabel 4. 3 Rekapitulasi pengujian agregat pasir pantai (Sumber: Hasil olah data 2023)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	NILAI RATA-RATA	KETERANGAN
1	Kadar lumpur	Maks 5%	4%	Memenuhi
2	Kadar organic	< No. 3	No. 3	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	4%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.48	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1.79	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1.73%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2.42	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.32	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.36	Memenuhi
7	Modulus kepasir sungaian	1,50 - 3,80	2.91	Memenuhi

Dari pengujian agregat pasir sungai didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Kadar lumpur agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat pasir sungai diatas yaitu 4%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 5%

yang menunjukkan bahwa material agregatpem pasir sungai tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

b. Kadar organik agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar organik agregat pasir sungai diatas sampel menunjukkan warna kekeruhan di angka No.3 pada standar warna yang menunjukkan bahwa material agregat pasir sungai tersebut memiliki tingkat kadar organik terbilang rendah sehingga dapat digunakan dalam campuran beton tanpa perlu dicuci terlebih dahulu.

c. Kadar air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar air agregat pasir sungai di atas yaitu 4%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 2,00%-5,00% yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

d. Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat pasir sungai kondisi lepas diatas yaitu 1,48 sedangkan pengujian berat volume agregat pasir sungai kondisi padat yaitu 1,79, dari ke 2 (dua) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,4-1,9 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

e. Penyerapan air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat pasir sungai di atas yaitu 1,73%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada

diantara interval dari 0,2%-2% yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

f. Berat jenis agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat jenis nyata diatas yaitu 2,42, berat jenis kering yaitu 2,32 dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,36, dari ke 3 (tiga) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,6-3,3 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

g. Modulus kepasir sungaian agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian modulus kepasir sungaian agregat pasir sungai diatas yaitu 2,36, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,50-3,80 yang menandakan bahwa material agregat pasir sungai (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

B. Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

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

Diketahui data material:

Data Material/Bahan :		
Mutu Beton	25	Mpa
Slump	75 – 100	Mm
Ukuran agregat maksimum	20	
Berat kering oven Ag. Kasar	1.863	
Berat jenis semen tanpa tambahan udara	3.15	
Modulus Kepasir sungaian Ag. Pasir sungai	3.29	
Berat jenis (SSD) Ag. Pasir sungai	2.27	
Berat jenis (SSD) Ag. Kasar	2.96	
Penyerapan air Ag. Pasir sungai	1.42%	
Penyerapan air Ag. Kasar	2.25%	
Kadar Air Ag. Pasir sungai	3.52%	
Kadar Air Ag. Kasar	1.94%	
Berat Volume Pasir Pantai	1.79	

Perhitungan

Kuat desar rencana:

Fc’ = 25 Mpa

$= 25 \times 9{,}81$

$= 245.250$ Kg/cm^2

1. Margin

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

Nilai margin (m) ditetapkan dengan menggunakan rumus:

Margin = $1{,}64 \times Sd$

Margin digunakan untuk meminimalisir penurunan kuat tekan beton pada saat pencampuran yang sesuai dengan volume pekerjaan klasifikasi kecil yang kurang dari 1000m³.

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

Volume Pekerjaan		Mutu Pelaksanaan		
Klasifikasi	m3	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil	< 1000	45 < s < 55	46 < s < 55	47 < s < 55
Sedang	1000 – 3000	45 < s < 55	46 < s < 55	47 < s < 55
Besar	> 3000	45 < s < 55	46 < s < 55	47 < s < 55

50

Margin (m) = 1,64 × Sd

= 1,64 x 50

= 90,2 Kg/cm^2

2. Kuat beton rencana (fcr)

$fcr = fc' + m$

$= 245.250 + 90,2$

$= 327.25$ Kg/cm^2

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

Adapun tabel volume air yang diperlukan tiap m^3 adukan beton sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Volume air yang diperlukan tiap m^3 adukan beton untuk berbagai nilai *slump* dan ukuran agregat maksimum (Sumber: SNI 7656:2012).

Air (kg/m³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump (mm)	9,5 mm*	12,7 mm*	19 mm*	25 mm*	37,5 mm*	50 mm†*	75 mm†‡	150 mm†‡
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
> 175*	-	-	-	-	-	-	-	-
banyaknya udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Beton dengan tambahan udara								
25-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
> 175*	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan sebagai berikut : ringan (%)	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5**††	1,0**††
sedang (%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5**††	3,0**††
berat ‡‡ (%)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5**††	4,0**††

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

Rumus interpolasi:

$$x = x1 + \frac{(y-y1)}{y2-y1}(x2 - x1)$$

a. Kebutuhan air

Diketahui:

X = ? Y = 20

X1 = 193 Y1 = 25

X2 = 205 Y2 = 19

b. Kadar udara

Diketahui:

X = ? Y = 20

X1 = 1,5% Y1 = 25

X2 = 2% Y2 = 19

Air

25	193	Dari table
20	?	
19	205	Dari table
x=	203	Kg

Udara

25	1,5%	
20	?	
19	2%	
x =	1,9%	

$$x\ (air) = 193 + \frac{(20-25)}{19-25}(205-193)$$

$$= 203 \text{ Kg}$$

$$x\ (udara) = 1{,}5\% + \frac{(20-25)}{19-25}(2\% - 1{,}5\%)$$

$$= 1{,}9\ \%$$

4. Penentuan faktor air semen (FAS)

Tabel 4. 6 Faktor air semen (ltr/kg semen) untuk berbagai jenis konstruksi dan keadaan cuaca (Sumber: SNI 7656:2012).

Kekuatan beton umur 28 hari, MPa*	Rasio air-semen (berat)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

Diketahui:

X = ? Y = 33,36

X1 = 0,47 Y1 = 35

X2 = 0,54 Y2 = 30

FAS

35	0,47
33,36	?
30	0,54
x=	0,49

$$x\ (FAS) = 0{,}47 + \frac{(33{,}36 - 35)}{30 - 35}(0{,}54 - 0{,}47)$$

$$= 0{,}49 \quad \text{Kg}$$

5. Berat semen tiap 1 m3 beton

W air = 203 Kg

W semen $= \frac{W\ air}{FAS} = \frac{203}{0{,}49} = 411{,}78$ kg/m^3

$= \frac{w\ Semen}{1000} = \frac{411.78}{1000} = 0{,}411$ ton

Vol. semen $= \frac{W\ semen\ (ton)}{Berat\ jenis\ semen} = \frac{0{,}411}{3{,}15} = 0{,}131$ m^3

6. Berat kerikil tiap 1 m^3 beton

Tabel 4. 7 Volume agregat tiap satuan volume adukan beton (Sumber: SNI 7656:2012).

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven* per satuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan† dari agregat halus			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

a. Modulus Kepasir sungaian 2,80

Diketahui:

X = ? Y = 20

X1 = 0,62 Y1 = 19

X2 = 0,67 Y2 = 25

b. Modulus Kepasir sungaian 3,00

Diketahui:

X = ? Y = 20

X1 = 0,60 Y1 = 19

X2 = 0,65 Y2 = 25

c. Modulus Kepasir sungaian 3,29

Diketahui:

X = ? Y = 3,29

X1 = 0,608 Y1 = 3,00

X2 = 0,620 Y2 = 2,80

2,80		3,00		3,29	
19	0,62	19	0,60	3,00	0,608
20	?	20	?	3,29	?
25	0,67	25	0,65	2,80	0,620
x=	0.628	x=	0,608	x=	0,591

$$x\ (Modulus\ 2{,}80) = 0{,}62 + \frac{(20-19)}{25-19}(0{,}67 - 0{,}62)$$

$$= 0{,}628$$

$$x\ (Modulus\ 3{,}00) = 0{,}60 + \frac{(20-19)}{25-19}(0{,}65 - 0{,}60)$$

$$= 0{,}608$$

$$x\ (Modulus\ 3{,}29) = 0{,}608 + \frac{(3{,}29 - 3{,}0)}{2{,}80 - 3{,}0}(0{,}628 - 0{,}608)$$

$$= 0{,}591$$

Berat kering oven = 1,971 kg/m^3

W Kerikil = Volume × Berat kering oven

= 0,591 × 1,863 = 1,101 ton

= W Kerikil × 1000

= 1,101 × 1000 = 1101 kg

V Kerikil = $\frac{Berat\ kerikil}{Berat\ jenis\ kerikil}$ = $\frac{1{,}101}{2{,}96}$ = 0,372 m^3

7. Berat absolute pasir 1 m^3 beton

Vol. Air = 203 kg

= $\frac{Berat\ Air}{BJ.\ Air}$

= $\frac{203\ kg}{1000\ kg/m^3}$ = 0,203 m^3

Vol. padat semen = 411.78 kg

$$= \frac{Berat\ semen}{BJ\ Semen \times 1000}$$

$$= \frac{0{,}411}{3{,}03 \times 1000} = 0{,}13 m^3$$

Vol. absolute Ag. Kasar = 1101.606 kg

$$= \frac{Berat\ Ag.kasar}{BJ\ Ag.kasar \times 1000}$$

$$= \frac{1101.606}{2{,}96 \times 1000} = 0{,}372\ m^3$$

Vol. udara terperangkap = 1,9%

$= 1\ m^3 \times 1{,}9\% = 0{,}019\ m^3$

Jumlah Vol. padat selain Ag. Pasir sungai

Vtot = Vol. air + vol. semen + vol. ag. Kasar + vol. udara

= 0,20 + 0,131 + 0,372 + 0,019

= 0,724 m^3

Vol. Ag. Pasir sungai

= 1 – Vol.total

= 1 – 0,724

= 0,276 m^3

Berat Ag pasir sungai kering

= Vol. Ag. Pasir sungai × (BJ Ag. Pasir sungai × 1000)

= 0,276 × (2,27× 1000)

= 626.5 kg

8. Perkiraan berat pasir tiap 1 m^3 beton

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

Diketahui:

X = ? Y = 20

X1 = 2380 Y1 = 25

X2 = 2345 Y2 = 19

Berat Beton 1 m^3

25	2380
20	?
19	2345
x=	2350

$$x\ (beton) = 2380 + \frac{(20-25)}{19-25}(2345-2380)$$

$$= 2350 \quad \text{Kg}$$

Berdasarkan data diatas maka perkiraan berat beton adalah 2350

Sehingga :

Air (Berat bersih)	=	203.0
Semen	=	411.78
Agregat kasar	=	1102
Jumlah	=	1716.39

Maka berat Ag. Pasir sungai adalah = 2350 - 1716

= 634 Kg

9. Koreksi terhadap kadar air

CATATAN : Pengujian kadar air terhadap material dilakukan sebelum hendak melakukan proses pencampuran untuk pengujian kadar air bisa dilihat pada SNI 03-1971-1990

Kadar air didapat :

Ag. Kasar = 1,94%

Ag. Pasir sungai = 3,52%

Sehingga berat (massa) penyesuaian berdasarkan kadar air adalah

Ag. Kasar (Basah) = Ag. Kasar (Basah) × Kadar Air Ag. Kasar

= 1101.60594× 1,94%

= 21.378 kg

Ag. Pasir sungai (Basah) = Ag. Pasir sungai (Basah) × Kadar Air Ag. Pasir sungai

= 633.610× 3,52%

= 22.312 kg

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

Air yang diberikan Ag. Kasar = Penyerapan air Ag. Kasar × Ag. Kasar (Basah)

= 1,42% x 1101.61

= 15.660 kg

Air yang diberikan Ag. Pasir sungai = Penyerapan air Ag. Pasir sungai × Ag. Pasir sungai (Basah)

= 2,25% x 633.610

= 14.256

Dengan demikian kebutuhan air yang ditambahkan adalah sebagai berikut

$Air_{koreksi}$ = Air – Tot. berat massa + Tot. penyerapan air

= 203.0 – 43.690 + 29.916

= 189.225 kg

Maka perkiraan 1 m^3 beton adalah sebagai berikut

Air koreksi = 189.225 kg

Semen = $\frac{Air}{FAS}$ = $\frac{189}{0,49}$ = 383.843 kg

Ag. Kasar = Berat ag. kasar + berat kadar air ag. kasar – berat penyerapan ag. Kasar

= 1101,60 + 21.378– 15.660

= 1107.324 kg

Ag. Pasir sungai = Berat ag. pasir sungai + berat kadar air ag. pasir sungai – berat penyerapan ag. pasir sungai

= 633.610 + 22.312 – 14.256

= 641.666 kg

Jumlah = Air + Semen + ag. Kasar + ag. Pasir sungai

= 190 +385,44 + 1240,8 +507,4

= 2323,7 kg

10. Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m^3 beton

	Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg)	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
Air (berat bersih)	189.2	203.0	203.0
Semen	383.8	411.8	411.8
Ag. Kasar (kering)	1107.3	1101.6	1101.6
Ag. Pasir sungai (kering)	641.7	633.6	626.5

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

1	1,52	2.68	0.49

11. Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Silinder Beton :

Dibutuhkan beton berbentuk silinder =	9	silinder beton
Diameter (d) =	0.15	M
Tinggi (h) =	0.3	M
Volume 1 silinder =	0.00530144	m^3
Volume total silinder =	0.01590431	m^3

kebutuhan beton 1 silinder

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

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

$= 0.0053014 \ m^3$

Volume total silinder = Vo1ume 1 silinder × Jumlah beton silinder

$= 0{,}0053014 \ m^3 \times 9$

$= 0.04771294 \ m^3$

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

Volume tambahan = Vol. 9 silinder x 15%

$= 0.04771294 \ m^3$ x 15%

= 0.007156941 m^3

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

= 0.063617251 m^3 + 0.009542588 m3

= 0.05486988 m^3

Volume kebutuhan Semen

Vol. pasir pantai = Berat Pasir dlm 1 m3 / Berat Beton 1m3

= 633.610 / 2350.00 kg

= 0.270

Kebutuhan pasir pantai **50% dari volume Pasir**

vol.pasir pantai = Kebutuhan Pasir Pantai * Volume Pasir

= 50.0% * 0.270

= 0.135 m3

Berat pasir pantai = Vol. Pasir * Berat Volume Pasir Pantai

= 0.135 * 1,790

= 241,324 Kg

Kebutuhan pasir pantai **100% dari volume Pasir**

vol.pasir pantai = Kebutuhan Pasir Pantai * Volume Pasir

= 100% * 0.270

= 0.270 m3

Berat pasir pantai = Vol. Pasir * Berat Volume Pasir Pantai

= 0.270 * 1,790

= 482,647 Kg

Kebutuhan bahan beton normal untuk 9 silinder beton

	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	Kebutuhan 9 Silinder
W semen	411.78 kg	2.51 kg	22.59 kg
W pasir	633.61 kg	3.86 kg	34.77 kg
W kerikil	1101.61 kg	6.72 kg	60.44 kg
W air	203.00 kg	1.24 kg	11.14 kg

Kebutuhan bahan 50 % untuk 9 silinder beton

	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	Kebutuhan 9 Silinder
W semen	411.78 kg	2.51 kg	22.59 kg
W pasir	251.18 kg	1.53 kg	13.78 kg
W kerikil	1101.61 kg	6.72 kg	60.44 kg
W Pasir Pantai	241.32 kg	1.47 kg	13.24 kg
W air	203.00 kg	1.24 kg	11.14 kg

Kebutuhan bahan 100% untuk 9 silinder beton

	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	Kebutuhan 9 Silinder
W semen	411.78 kg	2.51 kg	22.59 kg
W pasir	0.00 kg	0.00 kg	0.00 kg
W kerikil	1101.61 kg	6.72 kg	60.44 kg
W Pasir Pantai	482.65 kg	2.94 kg	26.48 kg
W air	203.00 kg	1.24 kg	11.14 kg

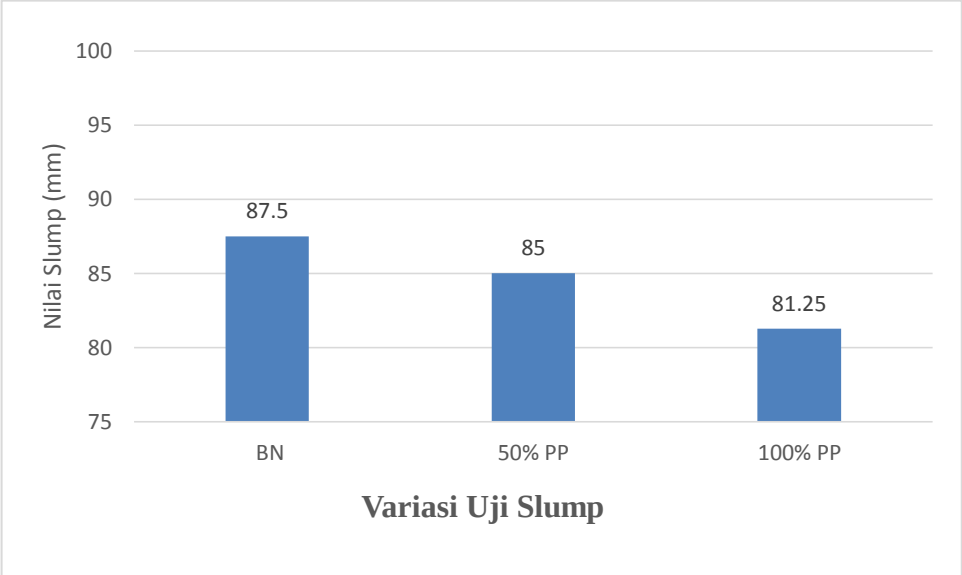
C. Nilai *Slumps*

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. 8 Hasil pengujian nilai *Slump test* (Sumber: Hasil olah data 2023)

NO	Variasi Campuran beton	Waktu campur (menit)	*Slump* rencana (mm)	*Slump* rata-rata lapangan (mm)
1	BN	± 10	75 – 100	87,5
2	BC 50%			85,0
3	BC 100%			81,25

Berdasarkan tabel 4.9 diatas memberikan penjelasan tentang perbandingan nilai *Slump test* antara masing-masing variasi. Dimana pada beton normal dan penambahan pasir pantai didapatkan nilai *Slump test* yang memenuhi *slump* rencana.



Gambar 4. 1 Perbandingan nilai *slump* pada setiap variasi

Dari gambar 4.1 tampak bahwa untuk kondisi *slump* tanpa substitusi pasir pantai atau beton normal cukup tinggi. Sedangkan ketika ditambahkan pasir pantai dalam substitusi semen, nilai *slump* menurun seiring bertambahnya persentase variasi penambahan pasir pantai atau semakin banyak substitusi pasir pantai rendah *workability* nya. Dalam campuran tersebut butir semen atau pasir didalam campuran terjadi hidrasi sehingga menjadi padat.

D. Kuat Tekan

Setelah melakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan benda uji tersebut. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 7 hari dan 28 hari dengan sebanyak 36 sampel yang

terdiri dari 3 variasi campuran yaitu beton normal, pasir pantai dan pasir sungai 50%, dan pasir pantai 100% Untuk masing-masing variasi campuran dibuat 9 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 terdiri dari beton normal, pasir pantai dan pasir sungai 50%, dan pasir pantai 100% dengan 2 hari perawatan yaitu sebagai berikut

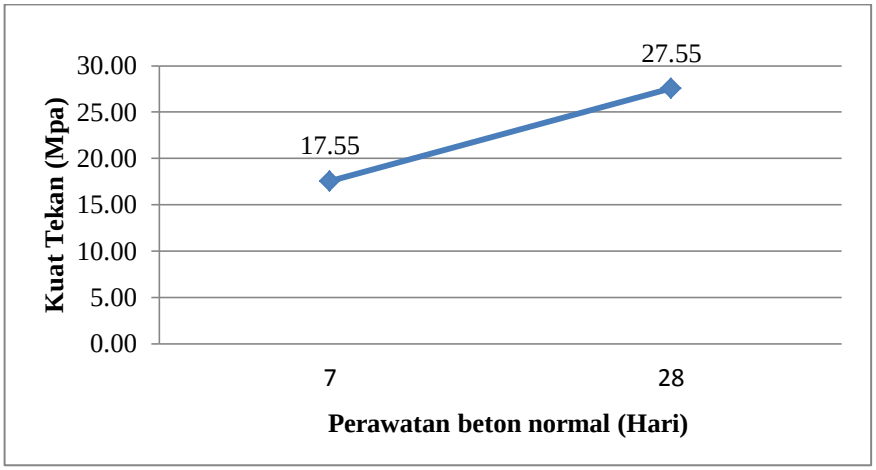
1. Beton normal

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

Tabel 4. 9 Rekap hasil kuat tekan beton normal (Sumber: Hasil olah data 2023)

No.	Umur Hari	Berat Kg	Beban KN	Kuat tekan f'c(Mpa)	Rata-rata
1	7	11.240	305	17.268	17,55
2	7	11.600	310	17.551	
3	7	11.580	315	17.834	
4	28	11.755	495	28.025	27,55
5	28	11.805	485	27.459	
6	28	11.760	480	27.176	

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 17,55 MPa untuk umur 7 hari dan 27,55 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 2 Grafik pengujian kuat tekan beton normal

Pada grafik pengujian kuat tekan beton normal dapat dijelaskan bahwa beton normal mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 28 hari sebesar 10 Mpa atau 36,30 %.

2. Pasir pantai dan pasir sungai 50%

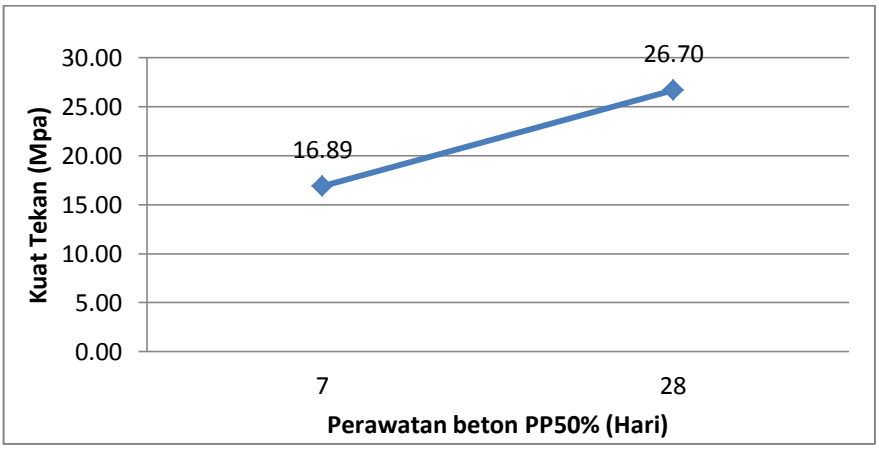
Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton 50% pasir pantai 50% pasir sungai yang didapat pada pengujian 7 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Rekap hasil kuat tekan beton 50% pasir pantai dan 50% pasir sungai (Sumber: Hasil olah data 2023)

No.	Umur Hari	Berat Kg	Beban KN	Kuat tekan f'c(Mpa)	Rata-rata
1	7	11.749	290	16.419	16,89
2	7	11.899	305	17.268	
3	7	11.709	300	16.985	
4	28	11.635	475	26.893	26,70
5	28	11.288	460	26.044	
6	28	11.661	480	27.176	

Pada pengujian sampel uji dengan variasi 50% dengan ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 16,89 MPa

untuk 7 hari dan 26,70 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang direncanakan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 3 Grafik pengujian kuat tekan PP 50%

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton dengan 50% mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 28 hari sebesar 9,81 Mpa mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 36,75 %.

3. pasir pantai 100%

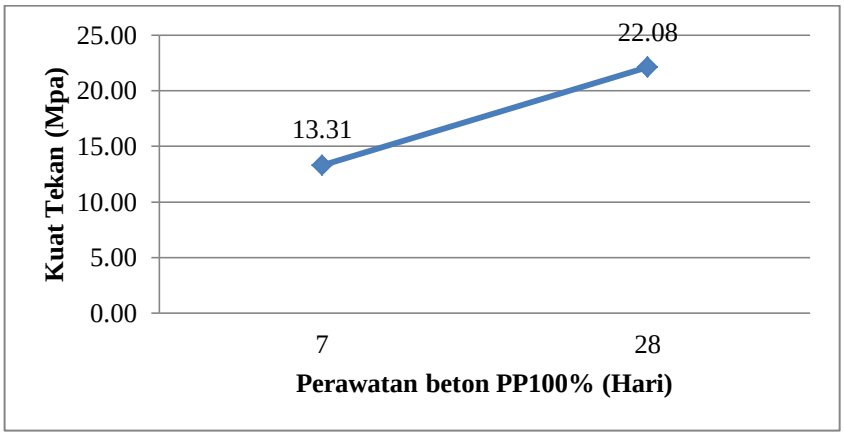
Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada pasir pantai yang didapat pada pengujian 7 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 11 Rekap hasil kuat tekan beton pasir pantai100% (Sumber: Hasil olah data 2023)

No.	Umur Hari	Berat Kg	Beban KN	Kuat tekan f'c(Mpa)	Rata-rata
1	7	11.276	230	13.022	13,31
2	7	11.498	235	13.305	
3	7	11.786	240	13.588	
4	28	11.389	380	21.515	22,08
5	28	11.470	390	22.081	
6	28	11.207	400	22.647	

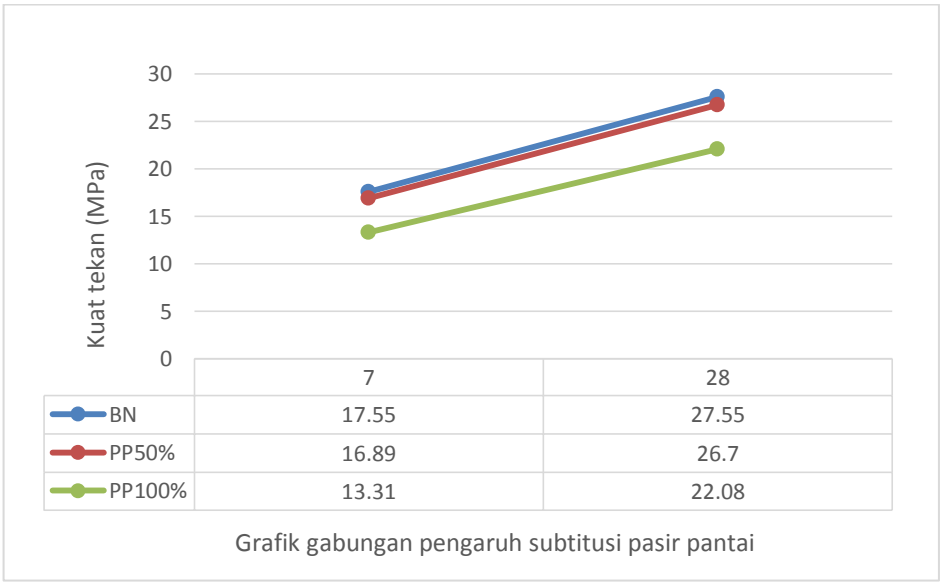
Pada pengujian sampel uji dengan pasir pantai 100% dengan ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 13,31

MPa untuk umur 7 hari dan 22,08 MPa untuk umur 28 hari, dimana telah memenuhi kuat tekan yang direncanakan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 4 Grafik pengujian kuat tekan PP 100%

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa pasir pantai 100% mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 28 hari sebesar 8,78 Mpa sedangkan untuk umur 7 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 39,74 %.



Gambar 4.5 Grafik hubungan persentase campuran terhadap kuat tekan beton

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton umur 7 hari mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal sebesar 0,66 MPa pada beton variasi 50% pasir pantai dan 4,24 MPa pada beton variasi 100% pasir pantai.

Pada beton umur 28 hari mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal sebesar 0,85 MPa pada beton variasi 50% pasir pantai dan 5,47 MPa pada beton variasi 100% pasir pantai.

Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa kuat tekan beton dengan persentase 50% pair pantai memenuhi kuat tekan rencana dan dapat digunakan untuk kontsruksi, sedangkan beton dengan persentase 100% pasir pantai tidak memenuhi rencana sehingga tidak dapat digunakan untuk konstruksi.

E. Kuat Tarik Belah Beton

Setelah melalui proses pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tarik belah terhadap benda uji tersebut. Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan benda uji berupa silinder dengan ukuran panjang 30 cm dan diameter 15 cm sebanyak 9 buah sampel. Yang terdiri dari beton normal, pasir pantai dan pasir sungai 50%, dan pasir pantai 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 pantai dan pasir sungai 50%, dan pasir sungai 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 4.12 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton normal (Sumber: Hasil olah data 2023)

No.	Sampel	Umur Hari	Berat (Kg)	Tinggi (mm)	Luas (mm)	Berat isi (kg/m³)	P.Maks (Kn)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1	Silinder	28	12.480	300	150	1766.45	220	9.778	**10.370**
2			12.390	300	150	1753.72	230	10.222	
3			12.400	300	150	1755.13	250	11.111	

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton normal didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 10,370 MPa. Berdasarkan sumber nilai kuat tarik belah berkisar antara 9-15% dari nilai kuat tekan teoritis sebesar 3,75 Mpa. 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. 6 Tarik belah beton normal

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

$= \frac{28}{54} \times 100$

$= 51{,}85\ \%$

b. Sebaran agregat bagian bawah

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

$= \frac{26}{54} \times 100$

$= 48{,}15\ \%$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas 51,85% dan bagian bawah sebesar 48,15%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

2. Pasir pantai dan pasir sungai 50%

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

Tabel 4.13 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton 50% (Sumber: Hasil olah data 2023)

No.	Sampel	Umur Hari	Berat (Kg)	Tinggi (mm)	Luas (mm)	Berat isi (kg/m³)	P.Maks (Kn)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1	Silinder	28	12.480	300	150	1766.45	120	5.333	**5.407**
2			12.365	300	150	1750.18	115	5.111	
3			12.390	300	150	1753.72	130	5.778	

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton 50% pasir pantai didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 5,407 MPa.



Gambar 4.7 Tarik belah beton campuran 50%

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

a. Sebaran agregat bagian atas

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

$$= \frac{26}{50} \times 100$$

$$= 52\ \%$$

b. Sebaran agregat bagian bawah

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

$$= \frac{24}{50} \times 100$$

$$= 48\ \%$$

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

3. Pasir pantai 100%

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

Tabel 4.14 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton pasir pantai 100% (Sumber: Hasil olah data 2023)

No.	Sampel	Umur Hari	Berat (Kg)	Tinggi (mm)	Luas (mm)	Berat isi (kg/m³)	P.Maks (Kn)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1	Silinder	28	12.480	300	150	1766.45	90	4.000	**4.000**
2			12.380	300	150	1752.30	95	4.222	
3			12.280	300	150	1738.15	85	3.778	

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton pasir pantai 100% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 4,00 MPa.



Gambar 4.8 Tarik belah beton campuran pasir pantai 100%

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

a. Sebaran agregat bagian atas

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

$= \frac{28}{50} \times 100$

$= 56\%$

b. Sebaran agregat bagian bawah

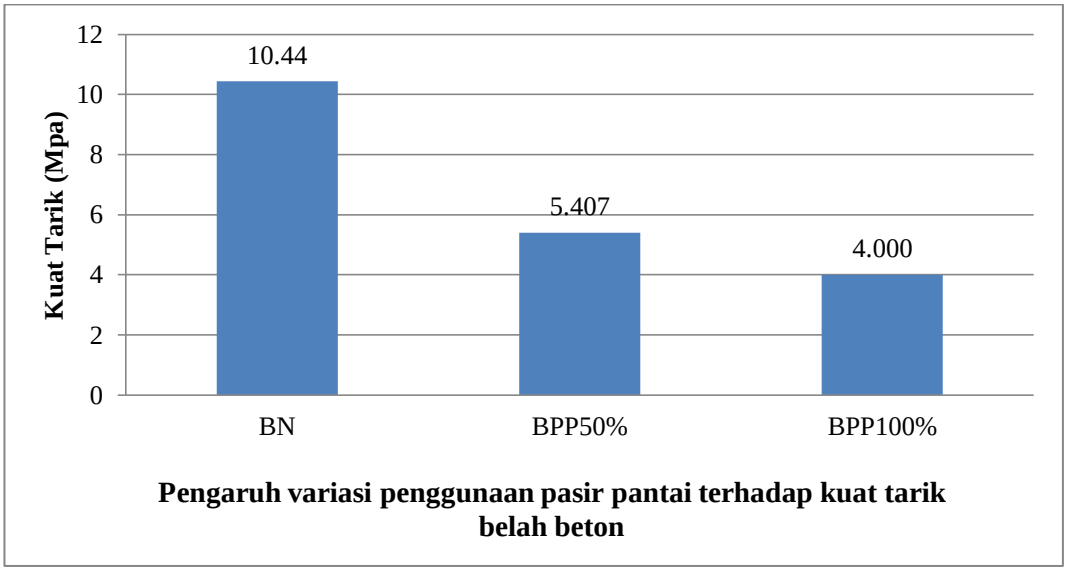
% Sebaran agregat $= \frac{S.Agregat\ Bawah}{Total\ agregat} \times 100$

$= \frac{22}{50} \times 100$

$= 44\%$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas 56% dan bagian bawah sebesar 44%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

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

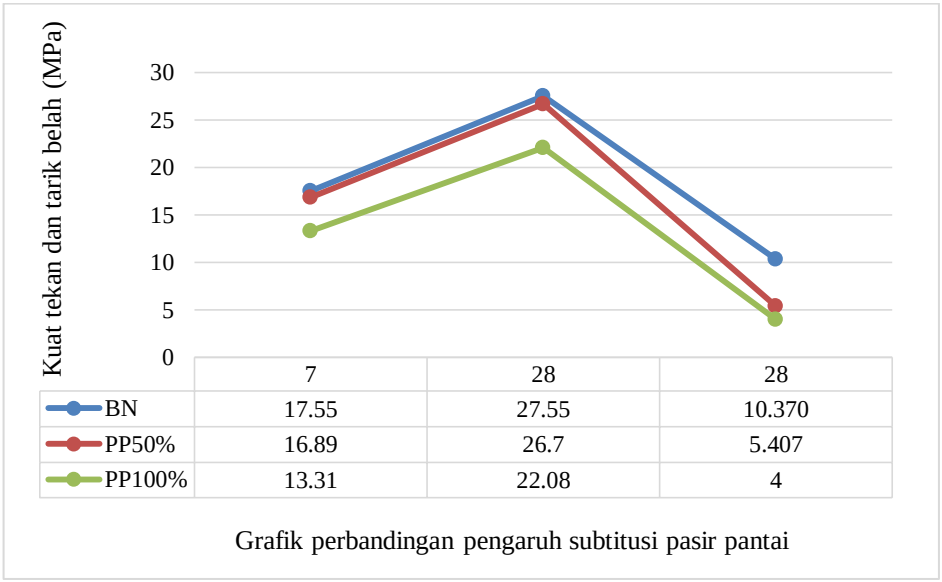


Gambar 4. 9 Grafik pengaruh penambahan pasir pantai

Pada grafik pengaruh pasir pantai dapat dijelaskan bahwa pada beton karakteristik mengalami penurunan kuat tarik belah dari beton normal 4,963 Mpa pada beton pasir pantai dan pasir sungai 50% dan penurunan kuat tarik belah dari beton normal sebesar 6,370 Mpa pada beton pasir pantai 100%. Dapat disimpulkan kuat tarik belah beton menurun seiring bertambahnya persentase variasi substitusi pasir pantai.

Tabel 4. 15 Tabel gabungan kuat tekan dan tarik

Variasi	Kuat tekan		Tarik belah
BN	17.6	27.55	10.370
PP50%	16,9	26.7	5.407
PP100%	13.3	22.1	4.000



Grafik perbandingan pengaruh subtitusi pasir pantai

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

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

1. Berdasarkan hasil uji karakteristik pasir pantai bawasalo telah memenuhi spesifikasi untuk dijadikan agregat pasir sungai campuran beton.
2. Berdasarkan hasil penelitian kuat tekan beton mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya presentase variasi agregat pasir sungai pasir pantai bawasalo. Pada beton normal umur 7 hari dengan rata-rata 17,55 Mpa dan pengujian 28 hari dengan rata-rata 27,55 Mpa. Pada variasi 50% umur 7 hari dengan rata-rata 16,89 Mpa dan pengujian 28 hari dengan rata-rata 26,70 Mpa. Pada variasi 100% umur 7 hari dengan rata-rata 13,31 MPa dan pada pengujian 28 hari dengan rata-rata 22,08 MPa.
3. Berdasarkan hasil penelitian kuat tarik belah mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya presentasi variasi agregat pasrir pantai bawasalo pada pengujian benton normal umur 28 hari 10,370 MPa, pada pengujian 50% dengan rata-rata 5,407 MPa dan adapun pengujian pada 100% dengan rata-rata 4,00 MPa.

B. Saran

Dari kesimpulan diatas, peneliti memberikan saran terkait penelitian, yaitu sebagai berikut:

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

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Dumyati, Donny Fransiskus Manalu (Jurnal Vol 3 Nomor 1 Juli-Desember 2015). *Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Pasir sungai Terhadap Kuat Tekan Beton.*

Angga, dkk (Jurnal 2022 **).** *Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Pasir sungai Pasir Pantai Jawai Dan Agregat Kasar Batu Pecah Di Kabupaten Sambas Kalimantan Barat.*

Anonim, 2012, *Pengertian Pasir Pantai*

Arbain Tata. dkk (Jurnal Volume 06 Nomor 02 Oktober 2017). *Studi Karakteristik Agregat Pasir Pantai Mangoli, Sosowomo dan Loto dalam Komposisi Beton.*

Aryatnie, Pretty Amanda. *Pengaruh penggunaan limbah styrofoam terhadap karakteristik kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan clc*. Diss. Universitas Sumatera Utara, 2021.

Concreate, A. C. C. O. "Standard specification for lightweight aggregates for structural concrete." *ASTM International* (2017).

Harry Kusharto (Jurnal volume 12, no. 3, edisi xxx oktober 2004). *Pengaruh Penggun Aan Pasir Pantai Terhadap Sifat Marshall Dalam Campuran Beton Aspal.*

Hearn, Nataliya, R. Douglas Hooton, and Michelle R. Nokken. "Pore structure, permeability, and penetration resistance characteristics of concrete." *Significance of tests and properties of concrete and concrete-making materials*. ASTM International, 2006.

Indra Syahrul Fuad. dkk (Jurnal Desiminasi Teknologi, Volume 3, No. 1, Januari 2015). *Pengaruh Penggunaan Pasir Sungai Dengan Pasir Laut Terhadapkuattekan Dan Lentur Padamutu Beton K-225.*

Lastri Nola Br Berutu, 2020: 6, *Keuntungan dan Kerugian Menggunakan Beton*

Mangerongkonda, Donald Rigel. "Pengaruh Penggunaan Pasir Laut Bangka Terhadap Karakteristik Kualitas Beton." *Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Gunadarma, Depok* (2007).

Muhammad Buttomi Masgode. dkk (Journal of Sustainable Civil Engineering Vol.05 No.01 Maret 2023). *Uji Kuat Tekan Beton Pada Material Alam Pasir Pantai Muara Lapao-Pao.*

Ramang, Ruslan, Dantje AT Sina, and Muhamad Irpan. "Studi Kelayakan Teknis Penggunaan Pasir Laut Alor Kecil Terhadap Kualitas Beton Yang Dihasilkan." *Jurnal Teknik Sipil* 3.2 (2014): 111-124.

Rini. dkk (Jurnal 2022). *Analisis Eksperimental Penggunaan Pasir Laut Sorake dan Pasir Sungai Gomo pada Campuran Beton.*

Ruslan Raman. dkk (Jurnal Teknik Sipil Vol. III, No. 2, September 2014 *Studi Kelayakan Teknis Penggunaan Pasir Laut Alor Kecil Terhadap Kualitas Beton Yang Dihasilkan.*

Sakura, Royanna, Suhaimi Suhaimi, and Fiqri Haikal. "Analisa penggunaan pasir laut pada campuran beton dengan penambahan sika grout terhadap kuat tekan dan Tarik belah beton"jurnal rekatek 6.2(2022)

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

SNI 03-1970-1990. Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Pasir sungai. 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 Pasir sungai.

SNI 03-691-1996. Pengujian Kuat Tekan Beton.

SNI 15 2049 2004 Semen portland

SNI 15-2049-2004, *Pengertian Semen Portland*

SNI 1969-2008. Berat Jenis

SNI 2417, 2008. Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan mesin Abrasi Los Angeles, Bandung

Sorace, Antonella. "Gradients in auxiliary selection with intransitive verbs." *Language* (2000): 859-890.

Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-1993:1), *Pengertian Beton*

Wahyudi, Firman. *Karakteristik Agregat Campuran Beton di Kabupaten Sumenep Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)*. Diss. Universitas Wiraraja, 2017.

Wimaya, Shirfi, Ahmad Ridwan, and Sigit Winarto. "Modifikasi Beton Fc 9, 8 Mpa Menggunakan Abu Ampas Kopi." *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil* 3.2 (2020): 234.