BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beton merupakan bahan yang sangat umum digunakan dalam pembangunan infrastruktur dan bangunan. Kekuatan beton menjadi parameter kritis untuk memastikan keberlanjutan dan keamanan struktur, pengunaan bahan lokal sebagai bahan campuran beton menjadi perhatian karena ketersediaan, potensi ekonomi, dan dampak lingkungan yang rendah dibandingkan dengan sumber daya lainnya. Dari sifat yang dimiliki beton itulah menjadikan beton sebagai bahan alternatif untuk dikembangkan baik bentuk fisik maupun metode pelaksanaannya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis kekuatan beton dengan menggunakan pasir laut dan zat additive rain resistant system sebagai bahan campuran utamanya. (Dhondy et al., 2020)

Terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi dalam penelitiani ini, Salah satunya adalah penyusunan formulasi campuran beton dengan karakteristik pasir laut dan zat additive rain resistant system. Selain itu, perlu juga mempertimbangkan faktor lingkungan dan ketersediaan sumber daya lokal dalam mengembangkan formulasi beton yang optimal. (Monteiro et al., 2017)

Beton tersebut terdiri dari pencampuran antara agregat halus (pasir), agregat kasar (*split*), dengan menambahkan bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan (Mulyono, 2003). Beton merupakan konstruksi yang memiliki beberapa kelebihan diantaranya sangat

kuat dalam menahan gaya tekan, tahan terhadap perubahan cuaca suhu tinggi, dan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan. (Trisnawati et al., 2024)

Peneletian ini dapat berujuk pada berbagai literatur terkait di bidang teknik sipil, konstruksi, dan material. Studi–studi sebelumnya yang melibatkan pengguanaan pasir laut dan zat additive rain resistant system dalam campuran beton dapat memberikan wawasan dan pemahaman yang lebih mendalam terkait karakteristik, kekuatan, dan kinerja beton tersebut. Selain itu panduan desain beton berdasarkan standar nasional dan internasional juga dapat menjadi acuan penting dalam penelitian ini. (Octavia Sarmauli Pangaribuan et al., 2022)

Penelitian ini memiliki relevansi yang tinggi dalam industri konstruksi saat ini, terutama mengingat tuntutan untuk menggunakan bahan yang lebih ramah lingkungan dan sumber daya lokal. Dengan memanfaatkan pasir laut dan zat additive rain resistant system, dapat diperoleh keuntungan ekonomis dan pengurangan dampak lingkungan sekaligus memperluas pilihan bahan konstruksi. Hasil penelitian ini dapat memberikan konstribusi signifikan terhadap pengembangan inovatif dalam industri Indonesia, mengingat keberlanjutan dan efesiensi sumber daya menjadi focus utama dalam pengembangunan masa depan. (Cahyadi et al., 2016)

Berdasarkan dari latar belakang di atas tertarik untuk meneliti kuat beton pasir laut dan zat additive rain resistant system (RRS) dengan judul "**Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Laut dan Zat Additive Rain Resistant System (RRS)".**

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana kuat tekan beton menggunakan pasir laut dan penggunaan zat additive rain resistant system ?
1. Bagaimana kelayakan pasir laut dengan menggunakan zat additive RRS pada beton. ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

2. Untuk mengetahui kuat tekan beton menggunakan pasir laut dan penggunaan zat additive rain resistant system.
3. Untuk mengetahui kelayakan pasir laut dengan menggunakan zat additive RRS pada beton.

D. Batasan Masalah

Agar penulisan ini dapat terarah dan sesuai dengan tujuan, maka diperlukan pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut :

1. Rancangan mix design (silinder beton 15 x 30 cm) dengan kuat tekan beton (asumsi rencana mutu beton) fc=25 Mpa.
2. Material yang digunakan adalah pasir laut pantai lumpue
3. Agregat kasar dan Agregat halus.
4. Zat additive *Rain Resistant System*
5. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari.
6. Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dilakukan penulis yaitu :

1. Memanfaatkan pasir laut dan zat additive rain resistant system sebagai material pengganti pada uji kuat beton.
2. Hasil penelitian ini dapat memberikan pengetahuan tambahan dengan memanfaatkan pasir laut dan zat additive rain resistant system sebagai alternative agregat pada campuran beton.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Beton

Menurut SNI 2847-2019. Beton adalah campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa campuran lain. Biasanya orang mempercayai bahwa beton mengering setelah pencampuran dan pengecoran, sebenarnya saat beton menjadi padat air tidak menguap, tetapi semen bereaksi terhadap air, merekat material lainnya bersama dan akhirnya membentuk seperti batu. Biasanya beton digunakan untuk membuat pekerjaan struktur bangunan, pondasi, jembatan, gedung, jalan dan lain-lain.

Beton menjadi sangat kuat saat mengeras. Beton segar dapat berbentuk dengan berbagai macam dan dapat digunaka untuk tujuan dekorasi atau dalam seni arsitektur. Jika diolah dengan cara khusus, misalnya dengan menambahkan agregat yang memiliki bentuk berstruktur seni tinggi di letakkan di bagian luar, membuat beton tampak jelas pada permukaan.

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).

Keuntungan pemakain beton adalah sebagai berikut:

a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
b. Mampu menerima kuat tekan.
c. Tahan terhadap temperature yang tinggi.
d. Biaya pemeliharaan yang kecil.

Kerugianan pemakain beton adalah sebagai berikut:

a) Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah.
b) Beton menyusut bila mengalami kekeringan.
c) Konstruksi yang menggunakan beton memiliki daya pantul suara yang besar.

2. Riwayat perkembangan beton

Penggunaan beton dan bahan-bahan vulkanik seperti abu *pozzolan* sebagai pembentukannya telah dimulai sejak zaman Yunani dan Romawi, bahkan munkin 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.

3. 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 asitektur 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), sehinggah 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/m^3.

4. 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*):

1. Memenuhi kriterial kontruksi yaitu dapat dengan mudah dikerjakan dan dibentuk serta mempunyai nilai ekonomis.
2. Kekuatan tekan
3. Durabilitas atau keawetan.

5. Zat Additive Rain Resistant System

Rain Resistant System (RRS) adalah bubuk abu-abu muda, alami, tidak beracun, tidak berbau dengan bahan aktif yang dikembangkan dan diproduksi

di Eropa. RRS telah mengandung serat polypropilen (PP) untuk mencegah retakan garis rambut pada plester. RRS termasuk plasticizer yang berfungsi meningkatkan kemampuan workbility plester membuat aplikasi plester sangat mudah dan mengurangi limbah selama aplikasi seminimal mungkin.

Bubuk aditif *Rain Resistant System* (RRS) adalah campuran bubuk yang ditambahkan ke dalam campuran semen dan pasir saat proses plesteran atau screed untuk menghasilkan lapisan yang tahan air dan kedap hujan. Bubuk ini biasanya berwarna abu-abu muda dan tidak berbau. Bubuk Aditif *Rain Resistant System* (RRS) bekerja dengan cara mengisi pori-pori kecil pada semen dan pasir, sehingga air tidak dapat masuk dan meresap ke dalam dinding. Hal ini membuat dinding menjadi tahan air dan kedap hujan, serta mencegah kebocoran dan rembesan.

Berikut adalah beberapa keunggulan penggunaan bubuk aditif RRS. RRS dapat membuat dinding tahan air dan kedap hujan, sehingga mencegah kebocoran dan rembesan. RRS juga dapat membuat dinding kedap udara, sehingga membantu menjaga suhu ruangan dan menghemat energi. RRS tahan lama dan tidak mudah rusak, sehingga dapat memberikan perlindungan jangka panjang untuk dinding Anda. RRS mudah digunakan dan dapat diaplikasikan oleh tukang bangunan biasa. RRS ramah lingkungan dan tidak mengandung bahan kimia berbahaya.

Bubuk aditif RRS dapat digunakan pada berbagai jenis dinding, seperti: RRS dapat digunakan pada dinding bata baru maupun lama. RRS dapat digunakan pada dinding beton baru maupun lama. RRS dapat digunakan pada

dinding gypsum baru maupun lama. RRS dapat digunakan pada dinding panel baru maupun lama.

Berikut adalah beberapa tips untuk menggunakan bubuk aditif RRS: Baca dan ikuti petunjuk penggunaan dengan seksama. Pastikan campuran semen dan pasir tercampur dengan baik sebelum menambahkan bubuk RRS. Aduk campuran secara merata sampai bubuk RRS tercampur sempurna. Aplikasikan campuran RRS pada dinding dengan ketebalan yang sesuai. Biarkan campuran RRS mengering sempurna sebelum melanjutkan proses finishing. Dengan menggunakan bubuk aditif RRS, Anda dapat membuat dinding rumah Anda tahan air dan kedap hujan, sehingga terhindar dari kebocoran dan rembesan.

6. 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 semen setelah berumur 7 hari. Senyawa C_2S membuat semen lebih tahan terhadap serangan kimia dan dapat mengurangi susut akibat pengeringan.

Untuk senyawa C_3A, hidrasi secara 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. 1 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. 2 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).

d) Material tambahan pasir pantai / zat additive rain resistant system

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)

Rain Resistant System (RRS) adalah bubuk abu-abu muda, alami, tidak beracun, tidak berbau dengan bahan aktif yang dikembangkan dan diproduksi di Eropa. RRS telah mengandung serat polypropilen (PP) untuk mencegah retakan garis rambut pada plester. RRS termasuk plasticizer yang berfungsi meningkatkan kemampuan workbility plester membuat aplikasi plester sangat mudah dan mengurangi limbah selama aplikasi seminimal mungkin.

Berikut adalah beberapa tips untuk menggunakan bubuk aditif RRS: Baca dan ikuti petunjuk penggunaan dengan seksama. Pastikan campuran semen dan pasir tercampur dengan baik sebelum menambahkan bubuk RRS. Aduk campuran secara merata sampai bubuk RRS tercampur sempurna. Aplikasikan campuran RRS pada dinding dengan ketebalan yang sesuai. Biarkan campuran RRS mengering sempurna sebelum melanjutkan proses finishing. Dengan menggunakan bubuk aditif RRS, Anda dapat membuat dinding rumah Anda tahan air dan kedap hujan, sehingga terhindar dari kebocoran dan rembesan.

7. Kuat tekan pada beton

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumcikan luas bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 Part 115; Part 166 pada umur 28 hari. (menurut standar ISO)

Menurut SNI 03-1974-2011 tentang "Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder". Perhitungan kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

Kuat tekan beton $=\frac{P}{A}$ Mpa atau N/mm^2 ……..….(1)

Dimana :

P = Gaya tekan aksial, dinyatakan dalam Newton (N);

A = Luas penampang melintang benda uji, dinyatakan dalam mm^2

B. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

1. Menurut, (Angga, and Teguh Rizul Rachmadi 2022). **"**Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus Pasir Pantai Jawai dan Agregat Kasar Batu Pecah Di Kabupaten Sambas Kalimantan Barat." Agregat halus (pasir) merupakan salah satu dalam pembentuk beton yang mana semakin lama semakin menipis jumlahnya, untuk pemanfaatan pasir pantai dan batu pecah Kecamatan Jawai Kabupaten Sambas ini jumlah nya sangat banyak dan sering digunakan oleh masyarakat sekitar dalam mendirikan sebuah bangunan. Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa bahan yang bahan pengikat dasarnya terdiri dari kombinasi agregat halus, agregat kasar, air dan

bahan tambahan yang berbeda dalam campuran tertentu. Pasir merupakan bahan pengisi yang dipakai bersama bahan pengikat dan air untuk membentuk campuran yang padat dan keras. Pasir pantai yang ada di daerah Kecamatan Jawai, Kabupaten Sambas berpotensi karena ketersediaannya dalam jumlah besar yaitu sepanjang 42,53 km, pantai berpasir dan bebatuan dibukit desa Ramayadi yang jumlahnya cukup banyak. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dan mengetahui nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dari beton dengan menggunakan pasir pantai sebagai pengganti agregat halus yang diberi perlakuan (dicuci dan tidak dicuci) serta dengan menggunakan agregat kasar berupa batu pecah dari daerah Kecamatan Jawai Selatan, Kabupaten Sambas. Penelitian dilakukan pada benda uji kubus ukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 14 hari. Adapun hasil pengujian pada umur 7 hari untuk bahan pasir pantai tanpa dicuci dan pasir pantai yang dicuci masing-masing menunjukan angka kuat tekan rata-rata 114,0514 kg/cm2 dan 153,9535 kg/cm2 . Sementara hasil pengujian pada umur 14 hari untuk bahan pasir pantai tanpa dicuci dan pasir pantai yang dicuci masing-masing menunjukan angka kuat tekan rata-rata 142,6046 kg/cm2 dan 209,8392 kg/cm2.

2. Menurut (Masherni dan Yusuf Amran 2020). “Analisis Kuat Beton Menggunakan Bahan Lapangan Dengan Campuran Adiktif dan Tanpa Adiktif Pada Beton Mutu K.300” Penelitian ekperimental dan analisis terhadap penggunaan bahan tambahan/adiktif ini dilakukan untuk mengetahui nilai kuat

tekan beton dari variasi penambahan adiktif 0%, 25%, 50%, 70% dan 100% dari volume semen. Dengan demikian dapat ditentukan seberapa besar pengaruhnya dilihat dari hasil penelitian ini dan telah tersaji dalam persen penambahan kekuatan. Penelitian ini menggunakan benda Uji Silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian dilakukan saat umur 28 hari dan setiap umur terdiri dari 3 benda uji. Sehingga dibutuhkan 3 benda uji untuk masing-masing variasi kadar penambahan adiktif didapat total benda uji 48 unit benda uji. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang jelas bagi pengembangan ilmu teknologi beton dan pengaruh yang terjadi akibat penggunaan zat adiktif pada campuran beton dan memberikan informasi tentang perbandingan mutu beton dari variasi sampel beton normal dengan beton yang telah mendapatkan penambahan zat adiktif terhadap campuran beton. Semua hasil yang didapat dari pelaksanaan penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta dideskripsikan berdasarkan data yang didapat dari hasil pengujian material dan campuran beton untuk masing-masing komposisi terhadap masingmasing pengujian ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik yang nantinya akan didapatkan hasil pada kondisi optimum. Analisis mengenai perubahan karakteristik pada beton untuk setiap komposisi campuran, dijelaskan dalam bentuk tabel dan grafik hasil pengujian.

3. Menurut, (Sudirman, 2024). “Pengaruh Penggunaan Pasir Pantai Amassangan Terhadap Kuat Tekan Beton (Studi Kasus : Pantai Amassangan Kecamatan Malengke Barat Kabupaten Luwu Utara)”. Seiring dengan perkembangan

dalam pembangunan infrastruktur, kebutuhan material untuk pembuatan beton yang berbahan dasar agregat halus semakin meningkat (Ariesta et al, 2022; Takapente et al, 2018). Peningkatan jumlah ini diperkirakan akan terus mengalami kenaikan di tahun-tahun mendatang, karena beton banyak digunakan sebagai bagian dari bangunan, seperti mortar atau spesi, beton, plesteran dinding, pasangan keramik, dan sebagainya (Harahap, 2021; Pratama, 2023). Sehingga upaya peningkatan kualitas perlu dilakukan dengan cara menemukan bahan alternatif yang bisa dimanfaatkan. Dengan karakteristik butiran yang cukup baik, terlepas dari asumsi bahwa pasir pantai mengandung garam yang dianggap kurang bagus untuk beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pasir pantai Amassangan, serta untuk mengetahui nilai kuat tekan beton yang menggunakan pasir pantai bila dibandingkan dengan beton yang menggunakan pasir sungai Masamba. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif melalui serangkaian eksperimen terhadap beberapa benda uji yang menggunakan pasir pantai, dan benda uji yang menggunakan pasir sungai. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari sesuai dengan SNI 1974:2011. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik pasir pantai Amassangan (yang tidak dicuci) memiliki kadar lumpur 1,200% dengan modulus kehalusan 2.419, sedangkan pasir sungai Masamba memiliki kadar lumpur hanya 1.333% dengan modulus kehalusan 2.351. Secara teoritis hasil penelitian ini diharapkan dapat memperluas wawasan dan pengetahuan mengenai pemanfaatan pasir pantai

Amassangan sebagai bahan pengganti pasir sungai, serta dapat menjadi bahan referensi dalam bidang struktur.

4. Menurut (Arman Hidayat dan Rusli 2023). **"**Uji Kuat Tekan Beton Pada Material Alam Pasir Pantai Muara Lapao-Pao" Hampir 60% material beton masih mendominasi dalam pembangunan dibidang konstruksi di Indonesia. Bisa dilihat dari gedung tingkat tinggi, system bangunan air, dan hampir semua bangunan sarana tranportasi didominasi oleh beton sebagai unsur utama dalam pembangunannya. Pasir, split, bahan perekat (semen) dan penambahan air sebagai pelarut agar terjadi reaksi kimia menjadi bahan dari pembuatan beton (Saktia, 2021) Material bangunan yang terbentuk dari bahan pasir, batu pecah, semen serta air disebut beton. Beton pada umumnya sangat familiar digunakan dalam dunia konstruksi disebabkan karena bahan penyusunnya mudah didapat, terjangkau dan siapa saja bisa membuatnya. (Hunggurami, 2017). Salah satu alasana mengapa pemakaian beton dalam dunia konstruksi dikarenakan materialnya mudah diperoleh dilokasi pekerjaan. Tetapi, dalam beberapa kasus yang terjadi, ada beberapa material yang susah diperoleh atau nilai jualnya tidak terjangkau oleh beberapa Masyarakat Muara Lapao-pao Kabupaten Kolaka. Masyarakat Muara Lapao-pao memanfaatkan pasir Pantai sebagai bahan pembuatan beton dikarenakan mahalnya pasir sungai serta ketersediaan Pasir Pantai Muara Lapao-pao sudah lama digunakan oleh Masyarakat Muara Lapao-pao guna pembangunan rumah tinggal. Kendala yang dihadapi yakni belum adanya penelitian skala laboratorium yang bisa digunakan sebagai standar dalam pemakain Pasir Pantai Muara Lapao-pao sebagai bahan

konstruksi, terkhusu bangunan rumah tinggal. Sehingga, mutu beton yang dihasilkan dari penggunaan Pasir Pantai Muara Lapao-pao tidak dapat diketahui apakah sesuai standar beton normal atau tidak. Pasir pantai seyogyanya pasir bersumber dari pantai, memiliki butir yang halus serta bulat. Hal inilah yang menyebabkan pasir pantai ini terkategori pasir yang kuran baik digunakan karena kandungan garam. Karena adanya garam menyebabkan pasir selalu agak basah yang akan mengembang Ketika sudah berwyhyd bangunan (Anonim, 1997). Secara fisikal tidak ada perbedaan antara pasir pantai dan pasir biasa lainnya. Sehingga, pemakaian pasir pantai dalam dunia konstruksi bisa diterima dengan syarat-syarat tertentu yang telah ada. Namun, kelemahan dari pasir tipe ini adalah Ketika digunakan sebagai bahan beton bertulang, karena kandungan garam dapat menyebabkan korosi pada tulangan. Syarat kandungan garam yang ditoleransi yakni 1% dari berat semen, bahkan pada semen alumina hanya sebesar 0,1% kadar garam yang diijinkan. Kerena, Ketika garam sulafat terkoneksi dengan udara akan menyebabkan efflorescence (Tomiiy. 2017). Uji kuat tekan beton ini dilandaskan oleh pasir pantai muara lapao-pao telah banyak digunakan oleh warga sekitar khususnya didusun 6, namun belum diketahui kualitas dari pasir pantai lapao-pao apakah layak digunakan sebagai material halus dalam penggunaan pembuatan beton. Hal ini dikarenakan belum adanya pengujian yang dilakukan dalam skala laboratoriumuntuk menguji karakteristik dari Pasir Pantai Muara Lapaopao. 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.

5. Menurut (Anie A. Tuati dan Teddy Wonlele 2024). “Kuat Tekan Beton dengan Pasir Laut sebagai Agregat Halus”. Pada tahun 2015, Badan Informasi Geospasial Indonesia (BIG) mencatat jumlah pulau di Indonesia kurang lebih 17.000 pulau dan panjang garis pantai lebih dari 100.000 km dan Indonesia dinyatakan sebagai Negara dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia setelah Filipina. Sedangkan untuk Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) panjang garis pantainya mencapai 5.700 km dan luas wilayah laut sekitar 200.000 km2 (Geospasial, 2021). Secara umum Provinsi NTT memiliki potensi laut yang sangat besar untuk dimanfaatkan. Maka dari itu di lakukan penelitian mengenai penggunaan pasir laut sebagai bahan pencampur beton untuk memanfaatkan sumber daya dari laut dan juga untuk mengurangi kesulitan

dalam pembangunan pada bangunan pantai dan di daerah-daerah yang sulit dijangkau. Pemanfaatan pasir laut sebagai salah satu bahan pencampur mix design beton tidak dianjurkan karena memiliki resiko bleeding yang menyebabkan ketidakterikan yang baik antara campuran beton dan resiko korosi pada struktur beton. Umumnya agregat halus diperoleh dari pasir sungai yang dalam laporan laboratorium dijelaskan bahwa tidak mengandung zat korosif. Namun, dalam beberapa tahun terakhir penelitian di bidang maritim diperluas untuk menemukan formula yang tepat untuk penggunaannya. Penelitian ini mendeskripsikan kuat tekan beton dengan pasir laut sebagai agregat halus yang dicampur dengan kerikil, semen dan air. Rancangan campuran beton berdasarkan pedoman Indonesia (SNI) dirancang dengan fc' = 25 MPa. Pengujian pendahuluan pada agregat halus dan kasar meliputi uji gradasi, uji lumpur, laju air, uji densitas dan daya serap air. Benda uji adalah beton silindris dengan pembagian kelas berdasarkan umur beton. Umur beton 7 hari, 14 hari, 28 hari dan 56 hari diuji dalam penelitian ini. Sebelum spesimen diuji, mereka diawetkan dengan air tawar di kolam. . Hasil penelitian menyimpulkan bahwa kuat tekan tidak sesuai dengan mix design dan karena pasir laut mengandung bahan korosif sehingga menurunkan kuat tekan beton.

6. Menurut, (Wandi Rusfiandi dan Eva Ryanti 2022). "Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus Pasir Pantai Jawai Dan Agregat Kasar Batu Pecah Di Kabupaten Sambas Kalimantan Barat". Agregat halus (pasir) merupakan salah satu dalam pembentuk beton yang mana semakin lama semakin menipis jumlahnya, untuk pemanfaatan pasir pantai dan batu pecah

Kecamatan Jawai Kabupaten Sambas ini jumlah nya sangat banyak dan sering digunakan oleh masyarakat sekitar dalam mendirikan sebuah bangunan. Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa bahan yang bahan pengikat dasarnya terdiri dari kombinasi agregat halus, agregat kasar, air dan bahan tambahan yang berbeda dalam campuran tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dan mengetahui nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dari beton dengan menggunakan pasir pantai sebagai pengganti agregat halus yang diberi perlakuan (dicuci dan tidak dicuci) serta dengan menggunakan agregat kasar berupa batu pecah dari daerah Kecamatan Jawai Selatan, Kabupaten Sambas. Penelitian dilakukan pada benda uji kubus ukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 14 hari. Adapun hasil pengujian pada umur 7 hari untuk bahan pasir pantai tanpa dicuci dan pasir pantai yang dicuci masing-masing menunjukan angka kuat tekan rata-rata 114,0514 kg/cm2 dan 153,9535 kg/cm2. Sementara hasil pengujian pada umur 14 hari untuk bahan pasir pantai tanpa dicuci dan pasir pantai yang dicuci masing-masing menunjukan angka kuat tekan rata-rata 142,6046 kg/cm2 dan 209,8392 kg/cm2.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penyusun skripsi dan 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, table, grafik, atau tampilan lainnya. Kemudian data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian dilaboratorium. Strategi penelitian ini menggunakan strategi penelitian eksperimental yaitu untuk membandingkan antara beberapa variasi dengan menambahkan bahan *Rain Resistant System* pada beton.

B. Lokasi Dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare.

C. Bahan dan Alat Penelitian

1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

a. Semen

Semen berfungsi sebagai bahan pengikat pada adukan beton. Pada penelitian ini digunakan semen portland (PC) tipe I, dengan merk Bososwa dengan satuan 50 kg/zak.

b. Air

Air yang digunakan dalam pembuatan beton.

c. Agregat Halus (Pasir)

Pasir yang digunakan merupakan pasir yang berasal dari sungai lasape, sebelum dilaksanakan pembuatan beton dilakukan analisa saringan, penyerapan air, dan berat jenis (memenuhi standar SNI).

d. Agregat Kasar (Batu Pecah)

Sebelum dilaksakan pembuatan beton dilakukan analisa saringan, penyerapan air, berat jenis, dan pemeriksaan berat satuan agregat (memenuhi standar SNI).

e. Pasir Pantai

Pasir laut yang digunakan dari pantai Lumpue

f. Oli

Dalam penelitian ini, oli digunakan sebagai bahan pendukung penelitian seperti belerang. Berdasarkan SNI 6369-2008 tentang pembuatan capping untuk benda uji selinder, oli digunakan sebagai pelumas pelat capping agar benda uji mudah untuk dilepas.Selain itu oli juga digunakan sebagai pelumas cetakan beton.

g. Aditif Rain Resistant System (RRS)

Bahan campuran bubuk untuk plaster yang apabila dicampurkan dengan dosis tertentu pada campuran semen dan pasir dapat meningkatkan site-mixed plaster yang berfungsi mencegah penetrasi air hujan ke dalam plaster.

2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Oven
2. Timbangan
3. Piknometer
4. Ayakan/saringan
5. Kompor Gas
6. Alat Capping Silinder Beton
7. Ceatakan Beton Silinder dengan ukuruan (15 x 30 cm)
8. Kerucut Abrams
9. Plat Capping dan Alat Pelurusnya
10. Cetok
11. Penggaris
12. Kuas
13. Cawan
14. Sendok
15. CTM (Compression Testing Machine) dengan kapasitas 2000 KN
16 Besi 6 mm

D. Variable Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan percobaan secara langsung dilaboratorium. Eksperimen dilakukan dengan memberikan perlakuan terhadap variabel yang diteliti yaitu uji kuat tekan beton pada beton normal dengan variasi 7, 14, dan 28.

Sampel benda uji pada penelitian sebanyak 12 (dua belas) sampel dengan cetakan selinder ukuran 150 X 300 mm. Pengujian yang dilakukan dengan uji kuat tekan pada usia 7, 14, dan 28 hari.

E. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan dan perawatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Bahan dan alat-alat yang akan digunakan untuk pembuatan beton (benda uji) telah disiapkan terlebih dahulu.
2. Dilakukan pemeriksaan laboratorium terhadap material yang akan digunakan agar mutu beton yang direncanakan mencapai kekuatan maksimal sesuai dengan perhitungan, yaitu pemeriksaan agregat yang meliputi kadar lumpur, pemeriksaan berat jenis, pemeriksaan berat isi agregat, Analisa saringan dan kadar air.
3. Merencanakan campuran beton (mix design).
4. Menimbang bahan yang dibutuhkan sesuai dengan yang telah ditentukan dalam perencanaan.
5. Pengadukan bahan didahului dengan memasukkan pasir, pasir laut dengan variasi 10%, 15%, 20% dan semen portland kemudian diaduk, bahan tambah bubuk additive *Rain Resistant System* dengan variasi 0%, 1%, dan 2% secara bergantian sampai semua bahan habis, masukkan kerikil, dan air.
6. Setelah adukan homogen, tuang adukan ke alas campuran beton.

7. Diukur nilai slump dari adukan tersebut, jika belum sesuai dengan nilai slump yang direncanakan masukkan kembali ke dalam bak pengadukan untuk dilakukan penyesuaian dengan penambahan air.
8. Setelah slump yang didapat sesuai dengan rencana, kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan silinder. Pengisian adukan dilakukan tiga tahap, masing-masing 1/3 dari tinggi cetakan.Setiap tahap dipadatkan dengan tongkat baja (dengan ukuran diameter 16 mm dan panjang 60 cm yang ujungnya dibulatkan) sebanyak 25 kali.
9. Setelah padat dan cetakan penuh , kemudian permukaannya diratakan.
10. Setelah itu simpan cetakan ditempat yang sejuk, diletakan ditempat yang rata dan bebas dari getaran dan gangguan lain dan dibiarkan 24 jam. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan. Diukur tinggi, diameter dan beratnya serta beri tanda seperlunya. Perawatan dilakukan dengan merendam benda uji di dalam kolam perendaman selama 28 hari.
11. Pengujian dilakukan dengan mesin kuat tekan beton sesuai dengan umur yang telah ditentukan.

F. Pemeriksaan Slump Test

Langkah-langkah pengujian Slump Test :

1. Basahi kerucut Abrams, seng plat, dan tropol dengan air.
2. Letakan seng plat dan kerucut pada tempat yang datar, kerucut Abrams ditahan dengan tangan agar tidak terjadi pergeseran.

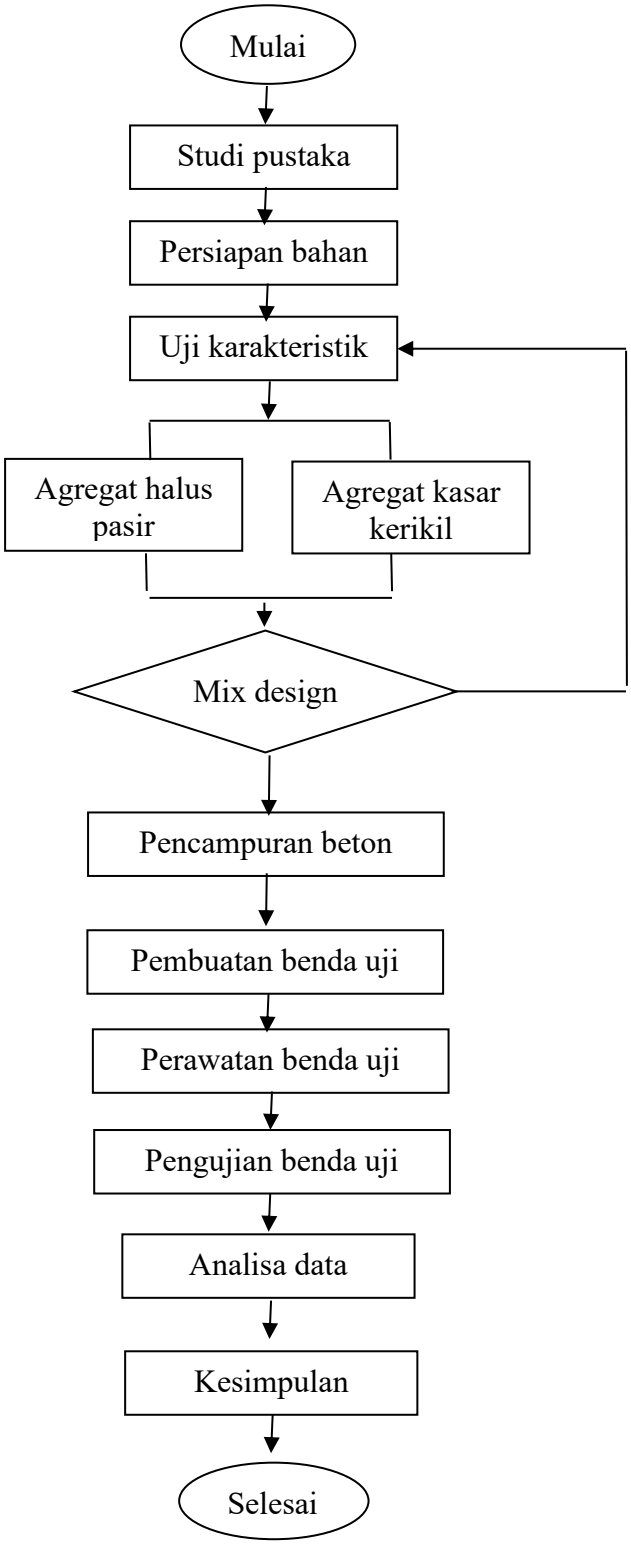
3. Tuangkan campuran beton kedalam kerucut Abrams dengan membagi 3 lapisan, tiap lapisan diberikan tusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi.
4. Ratakan permukaan kerucut Abrams yang sudah berisi campuran beton dengan tropol lalu bersihkan daerah sekitar kerucut.
5. Angkat kerucut Abrams secara tegak lurus secara perlahan-lahan.
6. Kemudian tempatkan kerucut di samping campuran beton secara terbalik, lalu ukur tinggi penurunan dengan mistar ukur besi.
7. Tinggi penurunan menunjukkan besar kecilnya nilai slump yang terjadi pada campuran beton

G. Tahap Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian dilakukan menggunakan alat uji kuat tekan terhadap benda uji mortar berbentuk selinder yang berukuran 150 x 300 mm pada umur 28 hari. Pelaksanaan pengujian sebagai berikut :

1. Benda uji dikeluarkan dari bak perendaman dan dikeringkan dengan cara diangin-anginkan selama 24 jam hingga kering permukaan jenuh (SSD)
2. Benda uji yang sudah dikeringkan kemudian ditimbang dan dicatat hasilnya
3. Letakkan benda uji ditengah mesin penguji kuat tekan secara simetris
4. Pembebanan dilakukan sampai benda uji mancapai beban maksimum dan menjadi hancur
5. Catat hasil beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.

H. Diagram alir



Gambar 3. 1 Diagram Alir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dilakukan terhadap agregat kasar dan agregat halus. Hasil rekapitulasi masing-masing pengujian ditunjukan dalam tabel di bawah ini.

1. Agregat Kasar

Tabel 4. 1 Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar (Sumber : Hasil Olah Data 2025)

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata	Keterangan
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 1%	1.1%	0.90 %	1.00 %	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	11.8 %	10.0 %	10.9 %	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	1.32 %	2.56 %	1.94 %	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1.80	1.85	1.83	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1.88	1.84	1.86	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	2.46 %	2.04 %	2.25 %	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	3.11	1.00	2.06	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.89	0.98	1.94	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.96	1.00	1.98	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	7.67	7.40	7.54	Memenuhi

Dari pengujian agregat kasar diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Kadar Lumpur

Berdasarkan pengujian kadar lumpur agregat kasar SNI, hasil didapatkan 1,00% yang nilainya lebih kecil dari 1% sehingga agregat kasar perlu dicuci sebelum dijadikan bahan campuran beton.

b. Keausan Agregat

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

c. Kadar Air

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

d. Berat Volume

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

e. Penyerapan Air

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

f. Berat Jenis

Berdasarkan pengujian berat jenis nyata SNI, didapatkan hasil 2,06. Berat jenis kering didapatkan nilai sebesar 1,94. Dan untuk berat jenis kering permukaan didapatkan hasil pengujian sebesar 1,98 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6–3,3 sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

g. Modulus Kehalusan

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

2. Agregat Halus Pasir Sungai

Tabel 4. 2 Rekapitulasi pengujian agregat halus pasir sungai (Sumber :Hasil Olah Data 2025)

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata	Keterangan
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	4.2%	3.6%	3.90%	Memenuhi
2	Kadar organic	< No. 3	No. 2	No. 2	No. 2	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	3.09%	3.95%	3.52%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.38	1.51	1.45	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1.89	1.90	1.89	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1.01%	1.83%	1.42%	Memenuhi

6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2.25	2.38	2.32	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.20	2.28	2.24	Memenuhi

Lanjutan

	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.22	2.33	2.27	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3.31	3.28	3.29	Memenuhi

Dari pengujian agregat halus diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Kadar lumpur agregat

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

b. Kadar organik agregat

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

c. Kadar air agregat

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

d. Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat halus kondisi lepas diatas yaitu 1,45 sedangkan pengujian berat volume agregat halus 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 halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

e. Penyerapan air agregat

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

g. Modulus kehalusan agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian modulus kehalusan agregat halus diatas yaitu 3,29, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,50-3,80 yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut.

3. Agregat Halus Pasir Laut

Tabel 4. 3 Rekapitulasi pengujian agregat halus pasir laut (Sumber :Hasil Olah Data 2025)

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata	Keterangan
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	2.60 %	3.00 %	2.80 %	Memenuhi
2	Kadar organic	< No. 3	No. 1	No. 1	No. 1	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	3.09 %	3.95 %	3.52 %	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.47	1.50	1.48	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1.78	1.80	1.79	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1.21 %	1.63 %	1.42 %	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2.27	2.38	2.32	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.21	2.29	2.25	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.23	2.33	2.28	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	2.98	2.85	2.91	Memenuhi

Dari pengujian agregat halus diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Kadar lumpur agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat halus diatas yaitu 3,90%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 5% yang

menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

b. Kadar organik agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar organik agregat halus diatas sampel menunjukkan warna kekeruhan di angka No.1 pada standar warna yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut memiliki tingkat kadar organik terbilang rendah sehingga dapat digunakan dalam campuran beton tanpa perlu dicuci terlebih dahulu.

c. Kadar air agregat

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

d. Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat halus kondisi lepas diatas yaitu 1,48 sedangkan pengujian berat volume agregat halus 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 halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

e. Penyerapan air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat halus di atas yaitu 1,42%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval

dari 0,2%-2% yang menandakan bahwa material agregat halus (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 2,25 dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,28, dari ke 3 (tiga) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,6-3,3 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

g. Modulus kehalusan agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian modulus kehalusan agregat halus diatas yaitu 2,91, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,50-3,80 yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut.

B. Perencanaan Adukan Beton (MIX DESAIN)

Perencanaan adukan beton dihitung menggunakan metode (SNI 7656:2012, 2012) dengan hasil data sebagai berikut :

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

Mutu beton	= 25
Slump	= 75 - 100
Ukuran agregat maksimum	= 20
Berat kering oven agregat kasar	= 1,863
BJ semen tanpa tambahan udara	= 3,15
Modulus kehalusan agregat halus	= 3,29

Berat jenis (SSD) agregat halus = 2,27

Berat jenis (SSD) agregat kasar = 2,96

Penyerapan air agregat halus = 1,42%

Penyerapan air agregat kasar = 2,25%

Kadar Air agregat halus = 3,52%

Kadar Air agregat kasar = 1,94%

Berat Volume Pasir Laut = 1,79

Perhitungan

1. Deviasi standard

   Fc' = 25 Mpa

2. Deviasi Standard

Tabel 4. 4 Tabel nilai deviasi (kg/cm2) 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 Kendali	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

$$fc\ target = f'c + m$$

$$= 25 + 12$$

$$= 37$$

5. Jenis Semen

   Semen Portland Tipe 1

6. Jenis Agregat

   Ageregat Halus = Pasir Laut

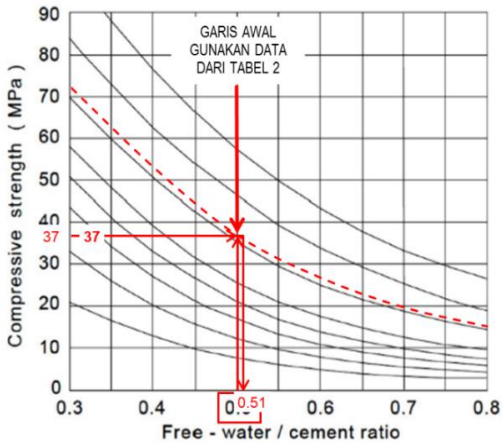
   Agregat Kasar = Batu Pecah

7. Faktor Air Semen Bebas

   FAS bebas = 0,51 Mpa

Tabel 4. 5 Perkiraan kekuatan tekan (Mpa) dengan faktor air semen, dan agregat kasar (Sumber : 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

f'c rencana = 25 Mpa

f'c target = 36,48 Mpa

fas pakai = 0,51

8. Faktor Air Semen Maksimum

FAS max = 0,50

Tabel 4. 6 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 adalah

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. 7 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. K

Wh = 195

Wk = 225

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

W = 2/3 x Wh + 1/3 x Wk

W = 2/3 x 195 + 1/3 x 225

W = 205,00 kg/m3

12. Kadar Semen

Kadar semen = Kadar air bebas (Wf) = 205,00

Faktor air semen (fas) 0,50

= 410 Kg/m3

13. Kadar Semen Minimum

= 300,00 Kg/m^3

14. Susunan Besar Butir Agregat Halus

Jenis pasir = Sedang

15. Berat Jenis Agregat

Berat Jenis Agregat Halus = 2,27

Berat Jenis Agregat Kasar = 2,96

16. Berat Jenis Relatif Agregat Gabungan

Berat jenis agregat gabungan dihitung dengan persamaan

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

= 271%

= 2,71

17. Berat Isi Beton

Tabel 4. 8 Tabel perkiraan berat isi beton Sumber : (SNI 03-2834:2000) Berat isi beton= 2.350 kg/m^3

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

Grafik perkiraan berat isi beton Sumber : (SNI 03-2834:2000) Berat isi beton= 2.350 kg/m^3

18. 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 = 1,94%

Ag.Halus = 3,52%

Sehingga berat massa penyesuaian berdasarkan kadar air adalah :

Ag.Kasar (Basah) = 1,94 % x 1101,61 = 21,378 kg

Ag.Halus (Basah) = 3,52% x 633,610 = 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 = 1,42% x 1101,61 = 15,660 kg

Air yang diberikan Ag.halus = 2,25% x 633,610= 14,256 kg

Dengan demikian kebutuhan air adalah sebagai berikut :

203,0 – 43,6 90 + 29,916 = 189,225 kg

Maka perkiraan 1 beton adalah sebagi berikut :

Air (yang ditambahkan) = 189,225 kg

Semen = 383,843 kg

Ag.Kasar = 1107,324 kg

Ag.Halus = 641,666 kg

19. Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m^3 beton

Tabel 4. 9 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk 1 m^3 beton (Sumber : Hasil olah data 2025)

	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. Halus (kering)	641,7	633,6	626,5

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

1	0.50	2.68	0.49

20. 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 $= \frac{1}{4}\pi d^2 h$

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

= 0.00530144 m^3

Volume total silinder = Vo1ume 1 silinder × Jumlah beton silinder

= 0,00530144 m^3 × 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%

= 0,05486988m^3

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

= 00,04771294m^3 + 0,05486988m^3

= 0,05486988m^3

Tabel 4. 10 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk 9 silinder beton (Sumber : Hasil olah data 2025)

	Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg)	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
W semen	21,06 Kg	22,59 kg	22,59 kg
W pasir	35,21 Kg	34,77 kg	34,38 kg
W kerikil	60,76 Kg	60,44 kg	60,44 kg
W air	10,38 Kg	11,14 kg	11,14 kg

Tabel 4. 11 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk beton normal (Sumber : Hasil olah data 2025)

	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

Untuk Beton Pasir Laut 10%

Vol. Pasir = B. Pasir / B. Beton

= 633.610 kg / 2,350.00

= 0.270 m^3

Vol. Pasir Laut = V. Pasir x 10%

= 0.270 m^3 x 10%

= 0.027 m^3

Vol. pasir tersisa = V. Pasir Laut - Vol. Pasir Laut

= 0.270 m^3 - 0.027

= 0.243 m^3

Berat Pasir Laut = Vol. Pasir Laut x BV. Pasir Laut

= 0.027 m^3 x 1,790.09

= 48.265 kg

Tabel 4. 12 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk beton pasir laut 10%
(Sumber : Hasil olah data 2025)

	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 pasir laut	48.26 kg	0.29 kg	2.65 kg
W air	203.00 kg	1.24 kg	11.14 kg

Untuk Beton Pasir Laut 15%

Vol. Pasir = B. Pasir / B. Beton

= 633.610 kg / 2,350.00

= 0.270 m^3

Vol. Pasir Laut = V. Pasir x 15%

= 0.270 m^3 x 15%

= 0.040 m^3

Vol. pasir tersisa = V. Pasir Laut - Vol. Pasir Laut

= 0.270 m^3 - 0.040

= 0.229 m^3

Berat Pasir Laut = Vol. Pasir Laut x BV. Pasir Laut

= 0.040 m^3 x 1,790.09

= 72.397 kg

Tabel 4. 13 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk beton pasir laut 15%
(Sumber : Hasil olah data 2025)

	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 pasir laut	72.40 kg	0.44 kg	3.97 kg
W air	203.00 kg	1.24 kg	11.14 kg

Untuk Beton Pasir Laut 20%

Vol. Pasir = B. Pasir / B. Beton

= 633.610 kg / 2,350.00

= 0.270 m^3

Vol. Pasir Laut = V. Pasir x 20%

= 0.270 m^3 x 20%

= 0.054 m^3

Vol. pasir tersisa = V. Pasir Laut - Vol. Pasir Laut

= 0.270 m^3 - 0.054

= 0.216 m^3

Berat Pasir Laut = Vol. Pasir Laut x BV. Pasir Laut

= 0.054 m^3 x 1,790.09

= 96.529 kg

Tabel 4. 14 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk beton pasir laut 20% (Sumber : Hasil olah data 2025)

	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 pasir laut	96.53 kg	0.59 kg	5.30 kg
W air	203.00 kg	1.24 kg	11.14 kg

Untuk Beton Additive 1%

Vol. Pasir = B. Pasir / B. Beton

= 633.610 kg / 2,350.00

= 0.270 m^3

Berat SP = Semen x 1.0%

= 411.784 m^3 x 1.0%

= 4.118 kg

Tabel 4. 15 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk beton additive 1% (Sumber : Hasil olah data 2025)

	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
W RRS	4.12 kg	0.03 kg	0.23 kg

Untuk Beton Additive 2%

Vol. Pasir = B. Pasir / B. Beton

= 633.610 kg / 2,350.00

= 0.270 m^3

Berat SP = Semen x 2.0%

= 411.784 m^3 x 2.0%

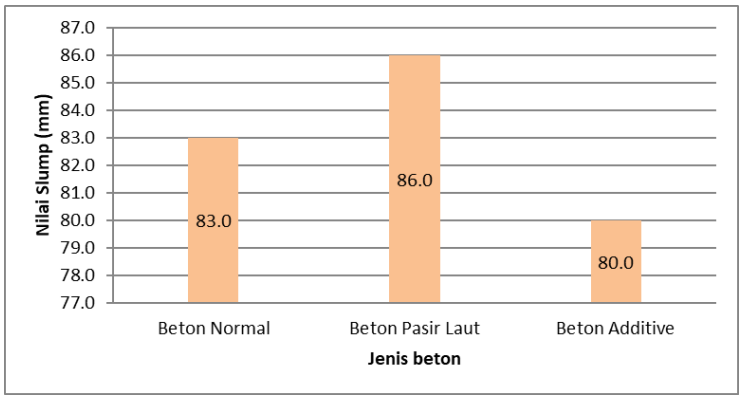
= 8.236 kg

Tabel 4. 16 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk beton additive 2% (Sumber : Hasil olah data 2025)

	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
W RRS	8.24 kg	0.05 kg	0.45 kg

C. Nilai Slump

Pada penelitian ini, pemeriksaan nilai slump yang dilakukan diperoleh hasil seperti gambar dibawah ini. Secara umum dapat dikatakan bahwa semakin tinggi jumlah variasi limbah beton dicampurkan ke dalam adukan beton, maka nilai *workability* akan semakin menurun.



Gambar 4. 2 Hubungan antara variasi campuran dengan nilai slump (Sumber : Hasil olah data 2025)

Dari pengujian slump diatas, tampak bahwa nilai slump turun dengan bertambahnya jumlah *Rain Resistant System* dalam campuran, hal ini dikarenakan *Raiin Resistant System* yang tidak memiliki permukaan yang beraturan dan berongga sehingga pada saat dilakukan pencampuran, rongga pada *Rain Resistant System* saling mengisi atau saling mengikat sehingga nilai slump atau kelecekan pada campuran beton berkurang.

D. Kuat Tekan

Setelah melakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan benda uji tersebut. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan sebanyak sampel. Yang terdiri beton normal, beton pasir laut dan beton *Rain Resistant System*. Untuk masing-masing variasi campuran dibuat 12 sampel untuk kuat tekan silinder dengan ukuran benda uji 15 x 30 cm. Sebelum melakukan uji kuat tekan beton maka terlebih dahulu melakukan penimbangan benda uji untuk setiap variasi yang akan dijadikan sampel uji.

Adapun hasil dari pengujian kuat tekan yang terdiri dari beton normal adalah sebagai berikut :

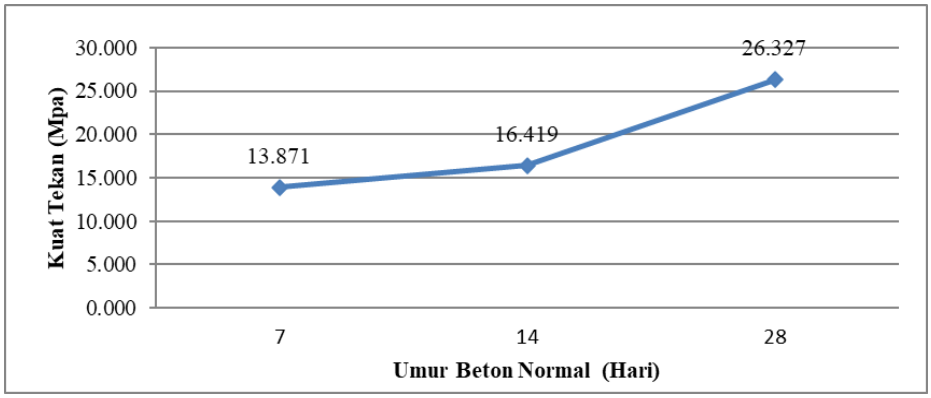
1. Beton normal

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

Tabel 4. 17 Rekap hasil kuat tekan beton normal (Sumber :Olah Data 2025)

No.	Umur	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (Mpa)
1	7 Hari	12.056	245.000	13.871
2	14 Hari	12.113	290.000	16.419
3	28 Hari	12.411	465.000	26.327

Pada pengujian sampel uji kuat tekan beton normal dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 13,871 MPa untuk umur 7 hari, 16,419 MPa untuk umur 14 hari, dan 26,327 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut.



Gambar 4. 3 Grafik pengujian kuat tekan beton normal (Sumber : Hasil olah data 2025)

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton normal mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 2,548 MPa

sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 9,908 Mpa.

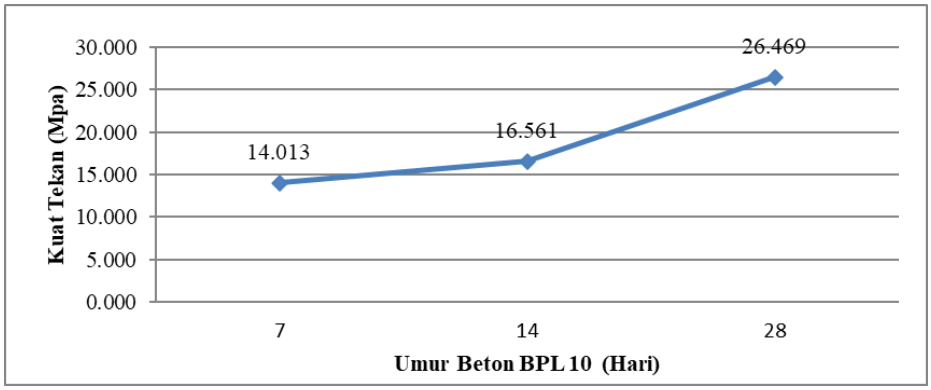
2. Beton Pasir Laut 10%

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton Pasir Laut 10% yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 18 Rekap hasil kuat tekan beton pasir laut 10% (Sumber :Hasil Olah Data 2025)

No.	Umur	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (Mpa)
1	7 Hari	12.038	247.500	14.013
2	14 Hari	12.113	292.500	16.561
3	28 Hari	11.735	467.500	26.469

Pada pengujian sampel uji beton pasir laut 10% dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 14,013 MPa untuk umur 7 hari, 16,561 MPa untuk umur 14 hari, dan 26,469 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut.



Gambar 4. 4 Grafik pengujian kuat tekan beton pasir laut 10% (Sumber : Hasil olah data 2025)

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton pasir laut 10% mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 2,548 MPa

sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 9,908 Mpa.

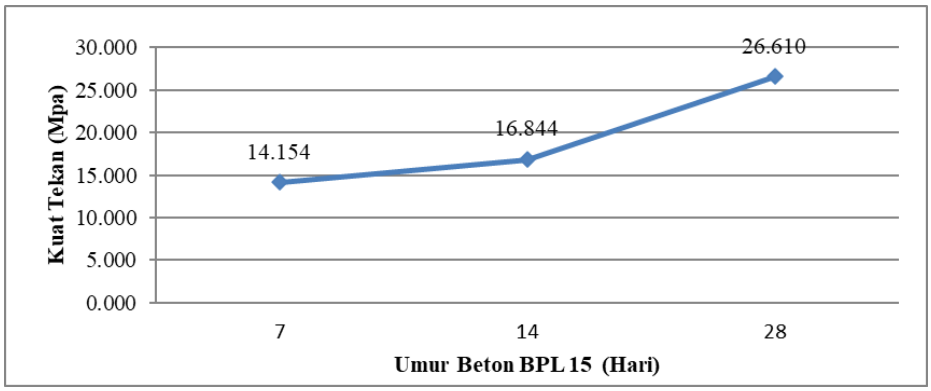
3. Beton Pasir Laut 15%

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton Pasir Laut 15% yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 19 Rekap hasil kuat tekan beton pasir laut 15% (Sumber :Hasil Olah Data 2025)

No.	Umur	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (Mpa)
1	7 Hari	12.038	250.000	14.154
2	14 Hari	12.113	297.500	16.844
3	28 Hari	12.735	470.000	26.610

Pada pengujian sampel uji beton pasir laut 15% dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 14,154 MPa untuk umur 7 hari, 16,844 MPa untuk umur 14 hari, dan 26,610 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut.



Gambar 4. 5 Grafik pengujian kuat tekan beton pasir laut 15% (Sumber : Hasil olah data 2025)

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton pasir laut 15% mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 2,690 MPa

sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 9,766 Mpa.

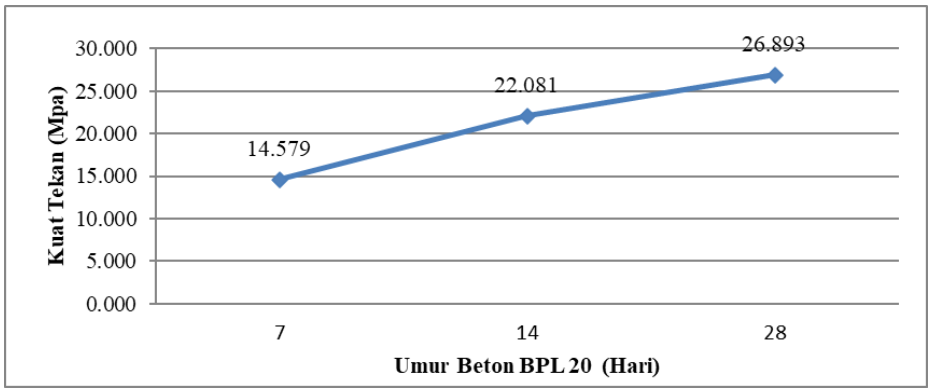
4. Beton Pasir Laut 20%

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton Pasir Laut 20% yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 20 Rekap hasil kuat tekan beton pasir laut 20% (Sumber :Hasil Olah Data 2025)

No.	Umur	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (Mpa)
1	7 Hari	12.038	257.500	14.579
2	14 Hari	12.113	390.000	22.081
3	28 Hari	12.685	475.000	26.893

Pada pengujian sampel uji beton pasir laut 15% dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 14,579 MPa untuk umur 7 hari, 22,081 MPa untuk umur 14 hari, dan 26,893 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut.



Gambar 4. 6 Grafik pengujian kuat tekan beton pasir laut 20% (Sumber : Hasil olah data 2025)

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton pasir laut 20% mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 7,502 MPa

sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 4,812 Mpa.

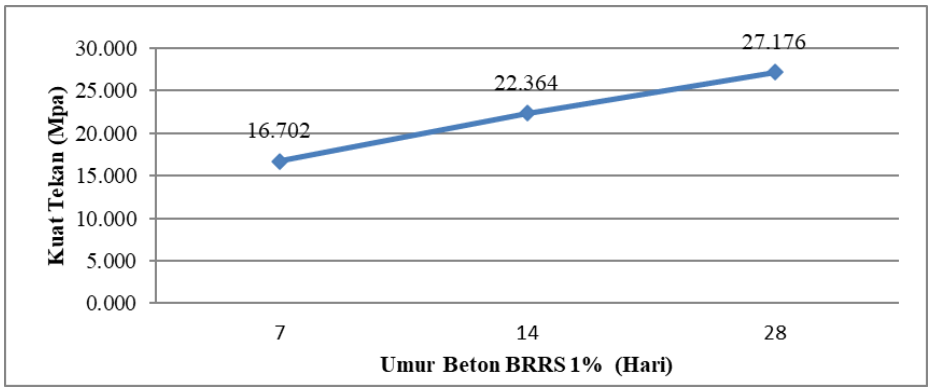
5. Beton Additive *Rain Resistant System* 1%

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton Additive *Rain Resistant System* 1% yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 21 Rekap hasil kuat tekan beton Additive Rain Resistant System 1% (Sumber :Hasil Olah Data 2025)

No.	Umur	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (Mpa)
1	7 Hari	12.001	295.000	16.702
2	14 Hari	12.113	395.000	22.364
3	28 Hari	12.790	480.000	27.176

Pada pengujian sampel uji beton pasir laut 15% dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 16,702 MPa untuk umur 7 hari, 22,364 MPa untuk umur 14 hari, dan 27,176 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut.



Gambar 4. 7 Grafik pengujian kuat tekan beton additive rain resistant system 1% (Sumber : Hasil olah data 2025)

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton Additive Rain Resistant System 1% mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari

sebesar 5,662 MPa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 4,812 Mpa.

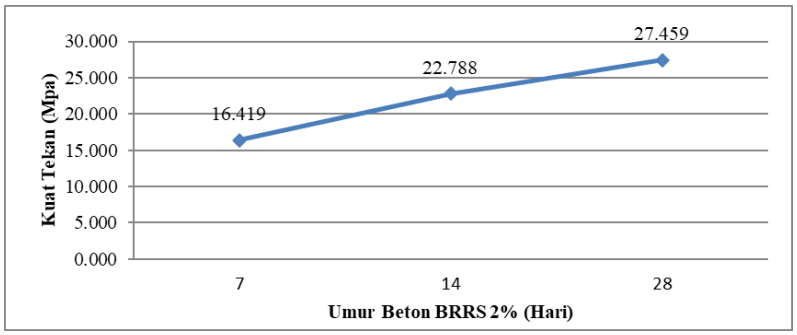
6. Beton Additive *Rain Resistant System* 2%

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton Additive Rain Resistant System 2% yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 22 Rekap hasil kuat tekan beton Additive Rain Resistant System 1% (Sumber :Hasil Olah Data 2025)

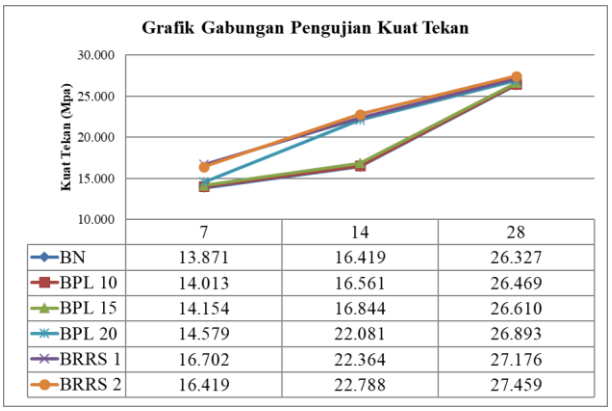
No.	Umur	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (Mpa)
1	7 Hari	12.038	290.000	16.419
2	14 Hari	12.113	402.500	22.788
3	28 Hari	11.735	485.000	27.459

Pada pengujian sampel uji beton pasir laut 15% dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 16,419 MPa untuk umur 7 hari, 22,788 MPa untuk umur 14 hari, dan 27,459 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 8 Grafik pengujian kuat tekan beton additive rain resistant system 2% (Sumber : Hasil olah data 2025)

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton Additive Rain Resistant System 2% mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 6,369 MPa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 4,671 Mpa.



	7	14	28
BN	13.871	16.419	26.327
BPL 10	14.013	16.561	26.469
BPL 15	14.154	16.844	26.610
BPL 20	14.579	22.081	26.893
BRRS 1	16.702	22.364	27.176
BRRS 2	16.419	22.788	27.459

Gambar 4. 9 Grafik gabungan pengujian kuat tekan beton
(Sumber: hasil olah laboraturium 2025)

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton Additive Rain Resistant System 2% mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 h sebesar 6,369 MPa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 4,671 Mpa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Beton dengan tambahan Rain Resistant System menunjukkan peningkatan kuat tekan signifikan. Penambahan 1% meningkatkan kuat tekan sebesar 5,662 MPa (7–14 hari) dan 4,812 MPa (14–28 hari). Penambahan 2% menghasilkan kenaikan lebih besar, yaitu 6,369 MPa dan 4,671 MPa pada rentang waktu yang sama. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar aditif berbanding lurus dengan peningkatan kuat tekan. Dengan demikian, penggunaan aditif ini efektif meningkatkan daya tahan beton terhadap air dan sangat potensial diterapkan pada konstruksi di lingkungan lembap atau sering terkena hujan.

2. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan Additive Rain Resistant System dalam beton memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan kuat tekan beton seiring bertambahnya usia beton. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton yang mengandung aditif ini mengalami peningkatan performa yang lebih baik dibandingkan beton tanpa tambahan aditif. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan Rain Resistant System dapat menjadi salah satu solusi inovatif dalam meningkatkan kualitas beton, terutama dalam hal ketahanan terhadap tekanan dan paparan air.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai dampak penggunaan Rain Resistant System terhadap durabilitas jangka panjang beton, khususnya dalam kondisi cuaca ekstrem.
2. Disarankan untuk melakukan uji coba pada berbagai variasi campuran material dan ukuran agregat guna mendapatkan komposisi terbaik.
3. Implementasi penggunaan Rain Resistant System sebaiknya dikaji lebih lanjut dalam skala proyek konstruksi yang lebih besar untuk mengevaluasi efisiensi dan biaya aplikasinya.
4. Peneliti berikutnya dapat mengeksplorasi pengaruh Rain Resistant System terhadap parameter lain seperti ketahanan terhadap suhu tinggi dan lingkungan dengan kadar keasaman tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, Ferawati Jnr. *Pengaruh Metode Perawatan Dan Penggunaan Sika Plastiment-Vz Terhadap Kuat Tekan Beton*. Diss. Politeknik Negeri Manado, 2018.

Budiarti, Sri, And Sarfenti Ratna Dewi. "Pengaruh Variasi Pemakaian Bahan Tambah" Retarder" Dan" Plasticizer" Terhadap Nilai Slump Dan Kuat Tekan Beton." (1995).

Cahyadi, D., Lasino, Amir Husein, A., Santoso, W., & Sudaryanto. (2016). Pedoman Tata Cara Penentuan Campuran Beton Normal Dengan Semen OPC PPC dan PCC. In *Pupr* (pp. 1–36).

Dhondy, T., Remennikov, A., & Neaz Sheikh, M. (2020). Properties and Application of Sea Sand in Sea Sand–Seawater Concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, *32*(12), 1–11. https://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0003475

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

Ilham, Haryati, And Reskiani Paembonan. *Pengaruh Waktu Pengadukan Campuran Beton Terhadap Kualitas Beton Dengan Menggunakan Retarder*. Diss. Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2009.

Jurnal, Redaksi Tim. "Penggunaan Pasir Laut Terhadap Kuat Tekan Beton Kota Bengkulu: Tommy Iduwin." *Forum Mekanika*. Vol. 6. No. 2. 2017.

Monteiro, P. J. M., Miller, S. A., & Horvath, A. (2017). Towards sustainable concrete. *Nature Materials*, *16*(7), 698–699. https://doi.org/10.1038/nmat493

Octavia Sarmauli Pangaribuan, G., Ika Silalahi, P., Ginting, R., & Sidjabat, R. (2022). Pengujian Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton Dengan Menggunakan Agregat Dari Benteng Huraba, Batang Angkola, Tapanuli Selatan Untuk Mutu f'c 30 MPa. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, *10*(1), 31–39.

Oktawidyanto, B.A., 2005. *Pemanfaatan Pasir Pantai Sebagai Bagian Agregat Halus Pada Beton Kedap Air:: Suatu Studi Pasir Pantai Congot, Kulonprogo, Yogyakarta* (Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada).

Pazlan, C., Aulia, T. B., & Hasibuan, P. (2019). Pengaruh substitusi aditif dan agregat terhadap kuat tekan beton mutu tinggi yang direndam pada air asin. *Journal of The Civil Engineering Student*, *1*(3), 57-63.

Raidyarto, Adri. *Perilaku Mekanik Self Compacting Concrete (Scc) Menggunakan Air Laut Dan Pasir Laut Yang Diperkuat Dengan Serat Baja*. Diss. Universitas Hasanuddin, 2021.

Rini, R., Hani, S., & Laia, D. (2022). Analisis Eksperimental Penggunaan Pasir Laut Sorake Dan Pasir Sungai Gomo Pada Campuran Beton. *All Fields Of Science Journal Liaison Academia And Sosiety*, *2*(2), 413-418.

Rusvita, Rusvita, Adnan Adnan, And Hamsyah Hamsyah. "Analisa Pasir Pantai Bawasalo Sebagai Material Pengganti Pada Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton." *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik* 2.1 (2024): 281-289.

Tata, Arbain. "Sifat Mekanis Beton Dengan Campuran Pasir Pantai Dan Air Laut." *Teknologi Sipil: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi* 3.1 (2019): 65-71.

Trisnawati, I., Suanto, P., & Hidayat, I. (2024). *Analisa Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Superplasticizer Concrete Admixture Pada Mutu Beton Standar fc ' 19 , 3 Mpa Abstrak*. *14*(1), 36–40.

Widyaningsih, Euneke, And Irsyad Akbar Burhanudin. "Analisis Pengaruh Penggunaan Retarder Pada Mortas Geopolimer." *Rekaracana: Jurnal Teknil Sipil* 9, No. 3 (2023): 178.