

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang paling banyak dieksploitasi di seluruh dunia . Dalam beberapa dekade terakhir, pemanfaatan beton telah meningkat secara substansial, hal ini menyebabkan peningkatan permintaan bahan baku, seperti air tawar dan pasir sungai. Eksploitasi sumber daya penting seperti pasir sungai telah menimbulkan masalah lingkungan yang serius. Upaya besar telah dilakukan untuk menemukan bahan baru yang tidak tradisional, dan bahan limbah daur ulang untuk mengimbangi kekurangan agregat halus alami. Para peneliti di bidang bahan konstruksi telah berfokus pada pemanfaatan alternatif untuk agregat halus. (Dhondy et al., 2020)

Kebutuhan akan material beton dalam konstruksi semakin meningkat terutama pada wilayah pesisir yang sering membutuhkan beton dengan karakteristik khusus untuk menghadapi kondisi lingkungan maritim. Salah satu tantangan dalam pembangunan di wilayah ini adalah ketersediaan air tawar yang terbatas, sehingga pemanfaatan air laut sebagai alternatif dalam pencampuran beton menjadi pilihan yang potensial. Selain itu, pasir laut yang melimpah juga dianggap sebagai material agregat halus yang ekonomis, meskipun kandungan garamnya sering kali mempengaruhi ketahanan beton terhadap korosi dan retak. (Ahmad, 2018)

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan air laut dan pasir laut dalam campuran beton dapat mempercepat pengerasan pada awal umur beton, namun berdampak negatif terhadap ketahanan beton dalam jangka panjang akibat korosi pada tulangan. Dengan demikian, diperlukan solusi yang efektif untuk mengatasi kelemahan ini, salah satunya adalah dengan menambahkan bahan aditif pada campuran beton. (Sulaiman & Fisru, 2020)

Bahan kimia sikacim concrete additive, apabila digunakan sebagai campuran adukan beton akan mempercepat pengerasan beton. Menurut Jamal, dkk (2017) penambahan sikacim concrete additive pada campuran beton mampu mencapai kuat tekan beton rencana, dan dapat meningkatkan kuat tekan beton, dengan nilai maksimum kuat tekan beton umur 28 hari diperoleh pada variasi penambahan sikacim concrete additive pada campuran beton sebesar 0,7% dari berat semen dengan pengurangan kadar air sebesar 15% dari kadar air semula. Menurut Novianti, dkk (2014) penggunaan sikacim concrete additive 1% kuat tekan beton mulai menurun, sehingga pemakaian sikacim concrete additive disarankan besar dari 0,5% dan kecil dari 1% dari berat semen. Pada penelitian ini cangkang kemiri digunakan sebagai bahan tambah campuran beton normal dan penambahan zat additive untuk campuran beton berupa sikacim concrete additive yang perlu dikaji lebih dalam dengan melakukan pengujian di laboratorium. Dengan demikian dapat diketahui pengaruh penambahan cangkang kemiri dan sikacim concrete additive terhadap kuat tekan beton normal yang dihasilkan. (Mulyati & Aidi Atman, 2019)

Concrete additive Propan telah menjadi salah satu aditif yang banyak diteliti karena kemampuannya dalam meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Penambahan aditif ini dapat memperbaiki proses hidrasi semen dan meningkatkan kekompakan struktur beton, yang pada akhirnya meningkatkan kekuatan dan ketahanan beton terhadap lingkungan maritim. Menurut beberapa studi, penggunaan aditif pada beton dengan bahan dasar air laut dapat memperkuat ikatan antarpartikel semen dan mengurangi efek negatif dari garam pada pasir dan air laut. (Hamkah, 2016)

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh concrete additive Propan terhadap rasio kuat tekan dan kuat tarik belah beton yang menggunakan pasir dan air laut sebagai material dasar. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan solusi alternatif dalam memanfaatkan sumber daya alam lokal di wilayah pesisir pantai Lumpue Kota Pare-Pare, dengan meningkatkan kualitas dan kekuatan beton melalui penggunaan aditif.

Berdasarkan dari penelitian-penelitian yang dipaparkan di atas, saya tertarik untuk melanjutkan penelitian penggunaan pasir dan air laut dengan bahan tambah Additive Propan dengan judul **“Rasio Kuat Tekan Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Pasir dan Air Laut Menggunakan Concrete Additive Propan”**

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh penggunaan pasir dan air laut terhadap kuat tekan dan kuat Tarik belah beton ?
2. Bagaimana Rasio antara kuat tekan dan kuat Tarik belah beton pasir laut dan air laut dengan Concrete Additive Propan ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengkaji pengaruh pasir dan air laut terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton
2. Untuk mengetahui Rasio kuat tekan terhadap kuat Tarik belah beton pasir laut dan air laut dengan Concrete Additive propan

D. Batasan Masalah

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

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare.
2. Material yang digunakan adalah pasir laut pantai Lumpue Pare-Pare
3. Mix Design (silinder beton 15 x 30 cm) dengan kuat tekan beton (asumsi rencana mutu beton) $f'_c=25$ Mpa, sesuai SNI 7656:2012.
4. Kuat tekan beton yang direncanakan adalah 25 Mpa.
5. Menggunakan Superplasticizer Concrete Additive Propan.
6. Air yang digunakan adalah air laut pantai Lumpue Pare-Pare.

7. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14 dan 28 hari berdasarkan SNI 1974:2011.
8. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari Berdasarkan SNI 03-2491-2002
9. Nilai slump yang digunakan 75 – 100 mm dan pengujian slump dilakukan sesuai dengan SNI 1972:2008.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memanfaatkan pasir dan air pantai Lumpue sebagai material pengganti pada uji kuat beton.
2. Hasil penelitian ini dapat memberikan pengetahuan tambahan dengan memanfaatkan pasir dan air laut pantai Lumpue sebagai alternative agregat pada campuran beton.

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan yang dapat disajikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang teori teori yang menyangkut tentang Beton,Kuat tekan,kuat tarik belah dan Penelitian terdahulu

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan mengenai metode metode yang akan digunakan dalam penelitian baik dari jenis penelitian, tahapan, bagan alir serta lain sebagainya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil yang telah dicapai dari penelitian yang telah dilakukan dari hasil uji laboratorium.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari seluruh penulisan, serta saran-saran yang dikemukakan berupa sumbangan pemikiran penulis tentang permasalahan tersebut diatas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (admixture) (SNI 2847:2019). Beton merupakan bahan komposit yang berasal dari campuran adukan semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang dibentuk dengan perbandingan tertentu sehingga menjadi material struktur sesuai dengan mutu yang diinginkan. Karena beton adalah bahan komposit maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuknya. Selain itu, seiring dengan penambahan umur, Beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f'_c) pada usia 28 hari. Maka dari itu untuk menghasilkan kekuatan beton yang direncanakan diperlukan mix design untuk menentukan proporsi masing-masing bahan susun yang diperlukan.

Selain perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton, maka semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan. Selain itu, adukan beton diusahakan dalam kondisi yang homogen sehingga tidak terjadi segregasi dalam campuran beton. Didalam konstruksi ada beberapa jenis beton yaitu sebagai berikut :

1. Beton ringan

Berat jenisnya $<1900 \text{ kg/m}^3$, dipakai untuk elemen non-struktural. Dibuat dengan cara membuat gelembung udara dalam adukan semen, menggunakan agregat ringan seperti tanah liat bakar atau batu apung atau dengan pembuatan beton non-pasir.

2. Beton normal

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi antara $2200 - 2500 \text{ kg/m}^3$ menggunakan agregat alam yang dipecah. Perencanaan campuran beton normal harus didasarkan pada data sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan dalam pembuatan beton. Susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan harus dibuktikan melalui uji coba yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan beton yang direncanakan.

3. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang mempunyai berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih 2400 kg/m^3 . Jenis beton ini biasanya digunakan untuk kepentingan tertentu seperti menahan radiasi, menahan benturan dan lainnya.

Menurut Wuryati Samekto (2001), beton dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu :

1. Beton kelas I

Beton untuk pekerjaan non struktural dan dalam pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Mutu beton kelas I dinyatakan dengan B_0 .

2. Beton kelas II

Beton untuk pekerjaan struktural secara umum dalam pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar yaitu B₁, K₁₂₅, K₁₇₅, dan K₂₂₅.

3. Beton kelas III

Beton untuk pekerjaan struktural dimana memiliki kekuatan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/m³. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan dibawah tenaga-tenaga ahli. Mutu beton kelas III dinyatakan dengan huruf K dengan angka dibelakangnya yang menyatakan kekuatan karakteristik beton yang bersangkutan.

Pada dasarnya tuntutan utama dalam membuat campuran beton adalah mengenai kekuatan tekan beton, keawetan, *workability*, dan harga yang seekonomis mungkin.

B. Agregat

1. Jenis agregat

Agregat ialah material natural ataupun buatan yang berperan sebagai bahan kombinasi beton. Agregat menempati +70% volume beton, sehingga sangat mempengaruhi terhadap sifat apapun kualitas beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian yang berguna untuk pembuatan beton. Mengingat kalau agregat ialah jumlah yang lumayan besar dari volume beton serta sangat mempengaruhi sifat beton, sehingga perlu sesuatu material ini diberi atensi yang lebih detail serta teliti dalam tiap pembuatan suatu campuran beton. Disamping itu,

agregat dapat bisa kurangi penyusutan akibat perkerasan beton dan juga mempengaruhi koefisien pemuaian akibat temperatur panas, pemilihan tipe agregat yang akan dipilih bergantung pada kualitas agregat, ketersediannya di lokasi, harga dan tipe kontruksi yang akan memanfaatkannya.

Agregat digolongkan jadi 2 macam, ialah agregat alam serta agregat buatan, agregat alam ialah agregat yang wujudnya natural, tercipta bersumber pada aliran air sungai serta degradasi. Agregat yang tercipta dari aliran air sungai berbentuk bulat dan licin, ataupun agregat yang tercipta dari proses degradasi berbentuk kubus(bersudut) dan permukaanya kasar. Sedangkan agregat buatan ialah agregat yang berasal dari hasil sampingan pabrik- pabrik semen serta mesin pemecah batu.

Menurut Silvia Sukirman (2003), agregat merupakan buti-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil (fragmen-fragmen) yang berfungsi sebagai bahan campuran atau pengisi dari suatu beton. Sedangkan menurut Tjokrodimulyo (1992) agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu :

- a. Batu, untuk besar butiran lebih dari 40mm
- b. Kerikil, untuk besar butiran antara 5mm sampai 40mm
- c. Pasir, untuk butiran antara 0,15mm sampai 5mm

Jenis agregat yang digunakan sebagai bahan susunan beton adalah agregat halus dan agregat kasar.

a. Agregat halus

Agregat halus merupakan seluruh butiran lolos saringan 4, 75 mm. agregat halus untuk beton bisa berbentuk pasir alami, hasil pecahan dari batuan secara alami, ataupun berbentuk pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu yang biasa disebut abu batu. Agregat halus tidak boleh memiliki lumpur lebih dari 5%, dan tidak memiliki zat- zat organik yang bisa merusak beton. Manfaatnya merupakan untuk mengisi ruangan antara butir agregat kasar.

Ketentuan agregat halus secara umum berdasarkan SNI 03-6821-2002 adalah sebagai berikut :

- 1) Agregat halus harus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
- 2) Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur karena faktor cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat diuji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat.
- 3) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpurnya melebihi 5% maka pasir harus di cuci.

Pasir laut adalah pasir yang 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 Chloride) dari agregat laut sebesar 1 % dari berat semen

yang digunakan, bahkan untuk penggunaan semen alumina 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)

Agregat halus harus mempunyai susunan besar butir dalam batas-batas berikut :

Tabel 2.1 Persentase lolos agregat pada ayakan

Ukuran lubang ayakan (mm)	Persen lolos kumulatif
9,60	100
4,80	95 – 100
2,40	80 – 100
1,20	50 – 85
0,60	25 – 60
0,30	10 – 30
0,15	2 – 10

b. Agregat kasar

Agregat kasar merupakan agregat yang butirannya lebih besar dari 5 mm ataupun agregat yang seluruh butirannya bisa tertahan diayakan 4, 75 mm. agregat kasar untuk beton bisa berbentuk kerikil sebagai hasil dari disintegrasi dari batuan ataupun berbentuk batu pecah yang diperoleh dari pemecahan manual maupun mesin. Agregat kasar mesti terdiri dari butiran- butiran yang keras, permukaan yang kasar. Agregat kasar harus memenuhi ketentuan kebersihan yaitu, tidak mengandung lumpur lebih dari 1%, serta tidak memiliki zat- zat organik yang bisa merusak beton.

Berat jenis agregat adalah rasio antara massa padat agregat dan massa air dengan volume sama pada suhu yang sama. Karena butiran agregat umumnya mengandung butiran pori-pori yang ada dalam butiran tertutup atau tidak berhubungan, maka berat jenis agregat dibedakan menjadi dua istilah, yaitu berat jenis mutlak, jika volume benda padatnya tanpa pori dan berat jenis semu, jika volume benda padatnya termasuk pori-pori tertutupnya.

2. Berat satuan dan kepadatan

Berat satuan agregat adalah berat agregat satu satuan volume, dinyatakan dengan kg/liter atau ton/m³. Jadi berat satuan dihitung berdasarkan berat agregat dalam suatu tempat tertentu, sehingga yang dihitung volumenya ialah volume padat (meliputi pori tertutup) dan volume pori terbuka.

3. Ukuran maksimum agregat

Ukuran maksimum agregat yang biasa dipakai adalah 10 mm, 20 mm, atau 40 mm.

4. Gradasi agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butiran agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam), maka volume pori akan meningkat. Sebaliknya apabila butirannya bervariasi akan menyebabkan volume pori yang kecil. Hal ini dikarenakan butiran berukuran kecil akan mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit.

Tabel 2.2 Batas-batas gradasi dari agregat kasar

Lubang ayakan (mm)	Presentasi berat butir lewat ayakan	
	40 mm	20 mm
40	95 – 100	100

20	30 – 70	95 – 100
10	10 – 35	25 – 55
4,8	0 – 5	0 – 10

5. Kadar air agregat

Kandungan didalam agregat dibagi menjadi beberapa tingkat, yaitu :

- a. Kering tungku, dimana agregat benar-benar tidak mengandung air sedikitpun atau dalam kondisi yang dapat secara penuh menyerap air.
- b. Kering udara, dimana permukaan agregat kering tetapi memiliki sedikit air di dalam porinya.
- c. Jenuh kering muka, yaitu tidak ada air dipermukaan agregat tetapi porinya berisi air sejumlah yang dapat diserap. Dengan begitu butiran tidak mampu menyerap dan menambah komposisi air jika dipakai dalam campuran beton.
- d. Basah, dimana butiran mengandung banyak air baik dipermukaan maupun di dalam butiran, sehingga bila dipakai dalam campuran akan menambah komposisi air.

Keadaan kering jenuh muka (*Saturated Surface Dry*) lebih dipakai sebagai standar, karena merupakan kebasahan agregat yang hamper sama dengan agregat dalam beton, sehingga agregat tidak akan menambah dan mengurangi air dari pastinya, dan kadar air di lapangan lebih banyak mendekati keadaan SSD dari pada kering tungku.

6. Kekuatan dan keuletan agregat

Kekerasan agregat tergantung dari kekerasn bahan penyusunnya. Agregat dapat menjadi kurang kuat disebabkan dua faktor yaitu, karena mengandung bahan yang

lemah atau berasal dari partikel butir yang kuat tapi tidak melekat dengan kuat dan pada umumnya kekuatan dan elastisitas agregat berdasarkan dari jenis batuan, tekstur serta struktur butirannya, hal ini dikarenakan agregat adalah komposisi terbesar dari campuran beton sehingga kekuatan agregat akan mempengaruhi kekuatan beton.

C. Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan. Fungsi semen ialah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat, selain itu juga untuk mengisi rongga diantara butiran-butiran agregat.

Semen Portland dihasilkan melalui beberapa tahapan, sehingga sangat halus dan memiliki sifat adhesif serta kohesif. Semen dihasilkan dengan cara membakar karbonat atau batugamping yang mengandung alumina dalam proporsi tertentu. Setelah itu didinginkan dan dihaluskan sampai seperti bubuk. Lalu ditambahkan gips atau kalsium sulfat (CaSO_4) kira-kira 2-4% sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambahan lain terkadang ditambahkan juga untuk membentuk semen khusus misalnya kalsium klorida untuk menjadikan semen yang cepat mengeras. Semen biasanya dikemas dalam kantong 40kg / 50kg.

Tabel 2.3 Susunan oksida semen portland

No.	Oksida	Persentase
1	Kapur (CaO)	60 – 65
2	Silika (SiO_2)	17 – 25
3	Alumina (Al_2O_3)	3 – 8

4	Besi (Fe_2O_3)	0,5 – 6
5	Magnesia (MgO)	0,5 – 4
6	Sulfur (SO_3)	1 – 2
7	Soda / Portash ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)	0,5 – 1

Menurut SII 0031-81 (Tjokrodimulyo, 1996), semen Portland dibagi menjadi lima jenis, namun untuk penggunaan umum biasanya hanya digunakan jenis semen tipe 1 (satu) karena tidak memerlukan persyaratan khusus terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal serta cocok dipakai pada tanah dan air yang mengandung sulfat antara 0-0,10%.

Untuk keperluan campuran pembuatan beton, semen harus memenuhi syarat-syarat sesuai dengan Standar Normalisasi Indonesia (SNI) sebagai berikut:

1. waktu pengikatan awal untuk segala jenis semen tidak boleh kurang dari 1jam (60 menit).
2. Pengikatan awal semen normal 60 – 120 menit.
3. Air yang digunakan memenuhi syarat air minum, yaitu bersih dari zat organik yang dapat mempengaruhi proses pengikatan awal.
4. Suhu ruangan 23°C .

D. Air

Air adalah bahan yang diperlukan untuk proses reaksi kimia dengan semen untuk membentuk pasta semen. Air juga dipakai untuk pelumas antara butiran dalam agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air dalam campuran beton menyebabkan terjadinya proses hidrasi dengan semen. Jumlah air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton. Namun air yang terlalu sedikit akan

menyebabkan proses hidrasi yang tidak merata. Pada umumnya air yang dapat diminum digunakan sebagai campuran beton. Ciri-ciri air yang baik untuk campuran beton adalah tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa.

Air laut adalah air yang terdapat di lautan, samudra, dan badan air asin lainnya di permukaan Bumi. Air laut memiliki kandungan garam yang tinggi, terutama garam natrium klorida (NaCl), serta berbagai mineral lainnya, seperti magnesium, kalsium, kalium, sulfat, dan bikarbonat. Air laut memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Artinya dalam 1 liter (1000 mL) air laut terdapat 35 gram garam Peureulak (2009).

E. Superplasticizer Concrete Additive Propan (Bahan Tambah)

Superplasticizer adalah bahan tambahan (aditif) pada beton yang berfungsi untuk meningkatkan workability (kelecekan) beton tanpa perlu menambah jumlah air dalam campuran. Superplasticizer memungkinkan pengurangan air yang signifikan, sehingga beton memiliki konsistensi yang baik, lebih mudah dituangkan, dan dapat mengalir dengan baik ke dalam cetakan, bahkan pada beton dengan tingkat slump rendah atau tanpa penurunan slump.

Superplasticizer Propan adalah salah satu produk aditif yang banyak digunakan di industri beton untuk meningkatkan sifat mekanik dan daya tahan beton. Berikut adalah beberapa poin penting mengenai superplasticizer Propan:

Fungsi Utama Superplasticizer Propan:

- a) **Peningkatan Workability:** Superplasticizer Propan memungkinkan peningkatan kelecekan beton segar tanpa meningkatkan volume air. Hal ini memungkinkan beton lebih

mudah dipadatkan, mengurangi risiko rongga, dan meningkatkan kepadatan struktur beton.

b) **Pengurangan Rasio Air/Semen:** Dengan menggunakan superplasticizer Propan, volume air dalam campuran beton dapat dikurangi tanpa mengorbankan workability. Pengurangan ini berdampak positif pada peningkatan kuat tekan beton karena air yang lebih sedikit mengurangi porositas.

c) **Waktu Pengerasan yang Terkendali:** Selain meningkatkan workability, beberapa jenis superplasticizer, termasuk Propan, memungkinkan kontrol yang lebih baik terhadap waktu pengerasan, yang penting untuk aplikasi konstruksi yang memerlukan proses pengecoran panjang.

2. **Efek pada Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton:** Superplasticizer Propan membantu mencapai peningkatan kekuatan beton, terutama pada kuat tekan dan kuat tarik belah. Dengan menjaga rasio air-semen rendah, beton dengan superplasticizer Propan memiliki struktur mikroskopis yang lebih padat dan tahan terhadap keretakan. Selain itu, beton yang menggunakan superplasticizer menunjukkan kekuatan yang lebih baik pada umur 7 dan 28 hari dibandingkan beton tanpa aditif.

3. **Keuntungan dalam Lingkungan Maritim:** Superplasticizer Propan sangat efektif untuk beton di lingkungan laut atau maritim, di mana beton sering terpapar pada kondisi korosif akibat air laut. Dengan mengurangi jumlah air dalam campuran beton, Propan membantu mencegah penetrasi

garam dan bahan kimia lainnya, yang bisa merusak beton dalam jangka panjang.

4. **Komposisi Kimia dan Cara Kerja:** Superplasticizer Propan termasuk dalam kategori high-range water reducer, yang biasanya berbahan dasar polikarboksilat, melamin, atau sulfonat naftalena. Bahan-bahan ini bekerja dengan mengurangi gaya tarik antartikel semen, sehingga partikel dapat menyebar lebih merata dalam campuran. Dengan distribusi yang merata ini, beton memiliki kemampuan untuk mengalir lebih baik dan mencapai kepadatan yang lebih tinggi.

Penggunaan superplasticizer seperti Propan dapat sangat meningkatkan kualitas beton, terutama dalam aplikasi khusus seperti beton dengan air laut dan pasir laut. Aditif ini memberi keleluasaan lebih bagi para insinyur sipil untuk merancang beton yang kuat dan tahan lama, sesuai dengan kebutuhan berbagai jenis konstruksi, termasuk yang berada di lingkungan ekstrem.

F. Sifat-Sifat Mekanis Beton

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

1. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton untuk menerima tekanan yang berupa gaya tekan per satuan luasnya. Kuat tekan beton dapat diketahui

dengan pengujian dengan menggunakan sampel beton berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Kuat tekan beton dapat diketahui dalam umur 28 hari dan dinyatakan dalam satuan Mpa. Selama 28 hari, beton disimpan dan dirawat dengan suhu dan kelembaban yang tetap.

Berikut adalah beberapa poin penting mengenai kuat tekan beton berdasarkan standar SNI:

1. Pengujian Kuat Tekan: Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji berbentuk kubus, silinder, atau prisma, yang umum dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari setelah pencampuran. Pengujian dilakukan menggunakan mesin tekan yang mengukur beban maksimum yang bisa ditahan beton sebelum hancur. Biasanya, beton diuji pada umur 28 hari, yang dianggap sebagai masa kekuatan maksimal yang dicapai beton.
2. Metode Pengujian: SNI 1974:2011 mengatur standar metode pengujian, termasuk cara mencetak, merawat, dan menguji benda uji. Beton harus disiapkan dengan perawatan yang benar di lingkungan yang terkontrol untuk mencapai hasil yang representatif. Kondisi suhu dan kelembaban sangat berpengaruh pada kekuatan yang dicapai.
3. Klasifikasi Mutu Beton: SNI membagi mutu beton dalam beberapa kelas berdasarkan kuat tekannya, misalnya K-225, K-250, hingga K-500, yang mengindikasikan kuat tekan beton tersebut (dalam MPa). Nilai ini biasanya digunakan dalam desain struktur untuk menentukan kapasitas beton dalam mendukung beban sesuai kebutuhan proyek.
4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan:

- a. Proporsi Campuran: Kualitas semen, agregat, air, dan aditif yang digunakan dalam campuran beton sangat menentukan kuat tekan yang dihasilkan.
 - b. Perawatan Beton: Perawatan yang tepat seperti curing (perawatan lembab) sangat penting untuk mencapai kuat tekan yang optimal.
 - c. Lingkungan Uji: Suhu dan kelembaban lingkungan selama proses pengeringan beton akan berpengaruh pada kekuatannya.
5. Syarat-syarat Kuat Tekan Minimum: Untuk beton struktural, SNI juga memberikan panduan minimum kuat tekan yang harus dipenuhi berdasarkan fungsi struktur. Misalnya, struktur beton bertulang harus memenuhi nilai kuat tekan tertentu agar aman digunakan.

Adapun kuat tekan beton dapat dirumuskan sebagai berikut :

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

Dimana :

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

P = Beban maksimum (kN)

A = Luas permukaan sampel (cm²)

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

2. Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton adalah salah satu parameter penting yang menggambarkan kemampuan beton untuk menahan gaya tarik, meskipun beton

pada dasarnya lebih kuat dalam menahan gaya tekan. Kuat tarik belah beton biasanya diuji dengan metode pembebanan tak langsung pada benda uji berbentuk silinder. SNI 03-2491-2002 mengatur tata cara pengujian kuat tarik belah pada beton.

Berikut adalah poin-poin utama mengenai kuat tarik belah beton menurut SNI:

1. Definisi dan Pentingnya Kuat Tarik Belah: Kuat tarik belah merupakan kekuatan beton dalam menahan gaya tarik, yang penting untuk mencegah retak atau keretakan pada beton akibat beban tarik yang mungkin terjadi dalam kondisi struktural tertentu, seperti pada bagian balok dan pelat yang mengalami tegangan lentur.
2. Metode Pengujian (Split Tensile Test): Berdasarkan SNI 03-2491-2002, pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan memberikan beban tak langsung pada benda uji beton berbentuk silinder, yang diletakkan mendatar di antara plat pembebanan mesin tekan. Pembebanan ini menghasilkan gaya tarik di sepanjang diameter silinder, sehingga benda uji cenderung retak di sepanjang sumbu pembebanan.
3. Proses Pengujian:
 - a) Benda uji yang digunakan biasanya memiliki diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
 - b) Beban diberikan secara perlahan-lahan hingga benda uji retak. Kuat tarik belah dihitung dari beban maksimum yang dicapai hingga terjadi keretakan pada silinder, menggunakan rumus yang mempertimbangkan diameter dan tinggi benda uji.

- c) Formula perhitungan kuat tarik belah adalah: $f_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot L \cdot d}$ di mana f_{ct} adalah kuat tarik belah (MPa), P adalah beban maksimum (N), L adalah panjang benda uji (mm), dan d adalah diameter benda uji (mm).

4. Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tarik Belah:

- a) Campuran Beton: Komposisi dan kualitas material beton, seperti semen, agregat, air, dan bahan tambahan, memengaruhi kekuatan tarik belah beton.
- b) Perawatan Beton (Curing): Beton yang dirawat dengan benar selama periode awal akan memiliki kekuatan tarik belah yang lebih optimal.
- c) Umur Beton: Beton yang diuji pada umur tertentu, seperti 7 atau 28 hari, akan menunjukkan kekuatan tarik belah yang berbeda, dengan umur 28 hari sering digunakan sebagai standar pengujian.

5. Klasifikasi dan Aplikasi Kuat Tarik Belah: Hasil kuat tarik belah berguna untuk perancangan struktur beton yang lebih efisien, terutama dalam menentukan kekuatan lentur elemen struktural seperti balok dan pelat.

Kuat tarik belah biasanya berkisar antara 8-12% dari kuat tekan beton, bergantung pada jenis dan kualitas campuran beton yang digunakan. Panduan SNI ini penting bagi insinyur sipil dan praktisi konstruksi untuk memastikan bahwa beton yang digunakan memenuhi standar keamanan dan kekuatan yang diperlukan dalam berbagai aplikasi struktural.

Rumus empiris yang digunakan untuk menghitung kuat tarik belah beton berdasarkan kuat tekan beton (f'_c) adalah:

$$f_t = 0.07 \cdot f'_c \quad \dots\dots\dots (1)$$

Di mana:

f_t = kuat tarik belah beton (MPa)

f'_c = kuat tekan beton (MPa)

3. Susut Beton

Susut pada beton adalah perubahan volume beton yang tidak dipengaruhi oleh pembebanan melainkan akibat beton yang kehilangan air akibat penguapan selama proses pengikatan beton dan juga dapat diartikan akibat perubahan muatan campuran dan perubahan fisika-kimia seiring penambahan waktu setelah proses pengerasan beton.

G. Penelitian Terdahulu

1. (Chen et al., 2020) “Pengaruh air laut alami dan pasir laut terhadap perilaku tekan beton bebas terkekang dan beton bertulang polimer terkekang serat karbon”

Artikel ini telah melaporkan hasil uji tahap pertama dari program uji besar, yang bertujuan untuk menyelidiki dampak air laut alami dan pasir laut sebagai unsur beton terhadap pengembangan kekuatan beton tak terkekang, dan perilaku beton terkekang CFRP dalam anggota tekan pada berbagai usia dari awal hingga jangka panjang. Kesimpulan berikut dapat diambil dari hasil uji dan pembahasan yang disajikan dalam artikel:

- a) Penggunaan air laut dan/atau pasir laut mengurangi kemerosotan beton segar. Hal ini dapat dikaitkan dengan tiga faktor: (1) pasir laut yang digunakan lebih halus dan dengan demikian memiliki luas permukaan spesifik yang lebih besar daripada pasir sungai, sehingga lebih banyak air yang dibutuhkan untuk membasahi permukaan pasir laut; (2) air laut mengandung berbagai ion sehingga lebih sedikit air bebas yang tersedia dibandingkan dengan air tawar dalam massa tertentu; dan (3) hidrasi semen yang dipercepat karena adanya Cl dalam air laut.
- b) Spesimen yang tidak terkekang telah diuji pada usia 7 dan 28 hari. Dalam kondisi tidak terkekang, beton dengan air laut alami (SwC) dan beton dengan air laut dan pasir laut (SSC) mengembangkan kekuatan tekan yang lebih tinggi pada usia 7 hari dibandingkan dengan beton NC dan beton dengan pasir laut (SC). Pada usia 28 hari, perbedaan kekuatan antara SSC dan NC menjadi sangat kecil, tetapi kekuatan SwC yang tidak terkekang tetap yang tertinggi. Pengamatan ini mungkin menunjukkan efek percepatan air laut dalam beton terhadap kekuatan tekan pada usia hingga 28 hari.
- c) Spesimen yang terkekang CFRP diuji pada usia 28 hari. Semua spesimen yang terkekang, termasuk spesimen NC dan spesimen dengan air laut dan/atau pasir laut, menunjukkan kegagalan khas akibat pecahnya lapisan CFRP. Perbedaan dalam kekuatan tekan, regangan aksial ultimit, respons tegangan-regangan, dan perilaku dilatasi beton yang dibatasi CFRP kecil antara spesimen yang disiapkan dengan NC dan yang dengan beton air laut

dan/atau pasir laut. Terlihat bahwa kekuatan tekan SwC yang dibatasi CFRP tetap tertinggi pada umur 28 hari, yang mungkin disebabkan oleh kekuatan tertinggi beton tanpa pengekangan f 0 co pada umur yang sama.

- d) Hasil pengujian spesimen yang dibatasi CFRP juga menunjukkan bahwa penggunaan air laut dan/atau pasir laut dalam beton dan pengawetan beton dengan air laut atau dengan air laut dan pasir laut dengan air laut yang disemprotkan memiliki efek yang tidak signifikan pada kapasitas regangan tarik ultimit jaket CFRP yang dibatasi pada umur 28 hari. Rata-rata regangan putus lingkaran sangat dekat untuk spesimen NC dan untuk spesimen lainnya pada umur 28 hari.
- e) Model tegangan-regangan berorientasi analisis yang ada untuk beton yang dibatasi FRP digunakan di seluruh penyajian dan pembahasan hasil uji spesimen yang dibatasi CFRP. Respons tegangan-regangan, kondisi akhir, dan perilaku dilatasi spesimen yang dibatasi CFRP, dengan atau tanpa penggabungan air laut alami dan pasir laut, dapat diprediksi dengan cukup baik oleh model tersebut. Perlu dicatat bahwa model tersebut memprediksi kekuatan tekan yang sedikit lebih rendah tetapi regangan aksial akhir yang sedikit lebih tinggi daripada hasil uji untuk spesimen NC dan spesimen dengan air laut dan/atau pasir laut

2. Masgode et al., (2023) “ Uji Kuat Tekan Beton Pada Material Alam Pasir Pantai Muara Lapao-Pao”

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 laboratorium untuk menguji karakteristik dari Pasir Pantai Muara Lapao-pao. Pengujian ini memiliki tujuan yakni, mendalami karakteristik dari Pasir Pantai Muara Lapao-pao dalam pembuatan beton normal dengan mutu f_c' 18 Mpa. Dimensi sampel yang dipakai berbentuk silinder memiliki ukuran 150 mm x 300 mm berjumlah 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 Lapao-pao 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.

3. Huanyu Zhu dan Zhe Xiong (2022) “Pengaruh Zat Ekspansi dan Serat Kaca terhadap Sifat Tarik Pecah Dinamis Beton Air Laut-Pasir Laut.”

Dalam penelitian ini, empat set campuran beton air laut–pasir laut (SSC) dengan rasio yang bervariasi dirancang untuk mengeksplorasi dampak campuran tunggal dan gabungan dari agen ekspansi dan serat kaca pada sifat pemisahan

dinamis SSC. Kesimpulan utama yang diambil dari hasil percobaan tarik pemisahan statis dan impak adalah sebagai berikut:

- a) Mode kerusakan dari empat kelompok SSC pada tiga laju regangan perkiraan yang berbeda semuanya menunjukkan retakan radial horizontal yang jelas di sepanjang bagian tengah, yang kurang jelas pada laju regangan yang lebih rendah. Meskipun demikian, retakan pada spesimen secara bertahap melebar dengan meningkatnya laju regangan. Pada laju regangan rendah ($1,10 \text{ s}^{-1}$), penggabungan serat kaca terbukti lebih efektif daripada penambahan agen ekspansi dalam meningkatkan integritas modal kerusakan. Namun, pada laju regangan tinggi ($2,24 \text{ s}^{-1}$), SSC dengan campuran gabungan agen ekspansi dan serat kaca menunjukkan integritas modal kerusakan yang lebih baik daripada tiga kelompok lainnya.
- b) Kekuatan tarik belah dinamis dari empat kelompok SSC, seperti yang diukur dalam uji cakram Brasil dinamis, menunjukkan kelebihan beban yang signifikan, dengan laju regangan yang lebih tinggi yang memperkuat efek kelebihan beban. Untuk memantau inisiasi retakan di bagian tengah cakram dan mengoreksi kelebihan beban, pengukur regangan ditempatkan secara strategis. Rasio kelebihan beban, dilambangkan sebagai S_0 , diperkenalkan untuk analisis kuantitatif. Rasio kelebihan beban menunjukkan peningkatan logaritmik dengan laju tegangan. Ketika laju tegangan mencapai sekitar 100 GPa/s , kekuatan tarik belah dinamis yang diukur dari campuran agen ekspansi dan SSC yang diperkuat serat kaca

ditaksir terlalu tinggi sebesar 38%. Pada titik ini, efek kelebihan beban menjadi substansial dan tidak dapat diabaikan.

- c) Laju regangan kritis untuk empat kelompok SSC berada dalam kisaran 1,06–1,31 s⁻¹, mirip dengan laju regangan kritis beton biasa, yang kira-kira 1,00 s⁻¹. Pada tingkat regangan di bawah kritis, efek tingkat regangan dari campuran agen ekspansi dan SSC yang diperkuat serat kaca dapat diabaikan. Namun, pada tingkat regangan di atas kritis, spesimen menunjukkan efek tingkat regangan yang signifikan, menunjukkan sensitivitas yang meningkat, khususnya menunjukkan sensitivitas tingkat yang kuat.
- d) Rasio disipasi energi dari campuran agen ekspansi dan SSC yang diperkuat serat kaca melampaui tiga kelompok lainnya pada tingkat energi impact yang sebanding. Efek sinergis antara agen ekspansi dan serat kaca berkontribusi pada bantalan yang lebih unggul dan disipasi energi di bawah beban impact. Kurva rasio konsumsi energi untuk keempat kelompok SSC menunjukkan tren penurunan dengan meningkatnya energi impact. Ini menunjukkan bahwa SSC menjadi lebih getas ketika mengalami tingkat energi impact yang lebih tinggi. (5) Saat ini, penelitian tentang sifat mekanis beton air laut-pasir laut masih didasarkan pada kekuatan tekan; sebagai perbandingan, penyelidikan kekuatan tarik kurang diminati. Namun, penelitian tentang efek penguatan sinergis dari agen ekspansi dan serat masih didasarkan pada sifat mekanis statis, dengan sifat impact dinamis yang kurang diminati untuk diteliti.

Penggunaan metode pembebanan statis mungkin tidak mencerminkan secara autentik sifat tarik belah dinamis beton. Oleh karena itu, perangkat SHPB digunakan dalam penelitian ini untuk melakukan uji cakram Brasil. Kekuatan tarik nominal yang diuji dikoreksi untuk beban berlebih menggunakan analisis kuantitatif untuk mendapatkan kekuatan tarik sebenarnya. Menyelidiki sifat tarik dinamis dari agen ekspansi dan beton air laut-pasir laut yang diperkuat serat kaca di bawah impak dapat mendukung pengembangan beton air laut-pasir laut dengan sifat tarik belah dinamis yang sangat baik.

4. Dhondy et al., (2020) “Sifat dan Aplikasi Pasir Laut dalam Beton Pasir Laut–Air Laut.”

Berbagai bangunan didirikan menggunakan beton sebagai bahan utama, baik bangunan gedung, bangunan air, maupun bangunan sarana transportasi. 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). Penggunaan beton sebagai konstruksi bangunan tentunya tidak terlepas dari ketersediaan material beton seperti agregat halus, agregat kasar, air dan semen di daerah tersebut. Namun pada kenyataannya, beberapa daerah masih mengalami keterbatasan material pembentuk beton seperti yang terjadi di kecamatan Mangoli barat desa Leko Kadai, dan Kabupaten Halmahera Tengah desa Weda. Di mana keterbatasan material khususnya material pasir disebabkan

karena mahal nya harga material akibat jauh nya sumber material tersebut. Hal ini disebabkan karena tidak adanya sumber atau penambang pasir kali di wilayah tersebut.

Pasir laut menjadi pilihan yang banyak digunakan oleh masyarakat di wilayah tersebut sebagai bahan pengganti agregat halus beton. Meski pemakaian pasir laut ini memiliki beberapa kekurangan seperti dapat menyebabkan korosi pada tulangan, namun masyarakat pada umumnya tetap memilih untuk menggunakannya. Selain itu, mutu beton yang dihasilkan dari bahan agregat halus dengan menggunakan pasir laut belum diteliti. Dengan demikian agregat halus dengan menggunakan pasir laut ini belum bisa memberikan jaminan terhadap kualitas beton yang dihasilkan. Pemakaian pasir laut ini dikarenakan sumber material yang cukup dekat, sehingga dapat diperoleh dengan mudah. Karakteristik kualitas agregat halus yang digunakan sebagai komponen struktural beton memegang peranan penting dalam menentukan karakteristik kualitas struktur beton yang dihasilkan, sebab agregat halus mengisi sebagian besar volume beton. Pasir laut sebagai salah satu jenis material agregat halus memiliki ketersediaan dalam kuantitas yang besar namun secara kualitas perlu diteliti lebih lanjut terhadap struktur beton.

Penelitian terdahulu mengenai pemanfaatan pasir pantai Semampang dan batu pecah asal Ranai sebagai bahan pembuatan beton normal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasir Semampang mempunyai nilai modulus halus butir 3,07; berat jenis SSD 2,58; berat satuan 1,49, kandungan lumpur 0,44% kandungan garam 242,77 ppm (0,024277%) dan kandungan ion khlorida 147,24 ppm

(0,014724%). Beton dengan FAS 0,4 dengan kandungan semen berturut-turut 475 kg/m³ dan 550 kg/m³ diperoleh kuat tekan beton 37,33 MPa dan 36,20 MPa, untuk FAS 0,5 dengan kandungan semen berturut-turut 380 kg/m³ dan 450 kg/m³ diperoleh kuat tekan 35,51 MPa dan 31,68 MPa, sedangkan untuk FAS 0,6 dengan kandungan semen berturut-turut 317 kg/m³ dan 375 kg/m³ masing-masing kuat tekan beton adalah 27,69 MPa dan 26,26 MPa. (Stevia, 2009).

Beton adalah suatu material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat (kasar dan halus) dan bahan tambah bila diperlukan. Beton yang dipakai pada saat ini yaitu beton normal. Beton adalah beton yang mempunyai berat isi 2200–2500 kg/m³ dengan menggunakan agregat alam dipecah atau tidak dipecah. Pada umumnya bahan termasuk beton memiliki daerah awal pada diagram tegangan-regangannya dimana bahan berkelakuan secara elastis dan linier. Kemiringan diagram tegangan-regangan dalam daerah elastis linier itulah yang dinamakan Modulus Elastisitas (E) atau Modulus Young (Timosenko dan Gere, 1987). Pasir sebagai agregat halus memegang peranan penting dalam menentukan karakteristik struktur beton yang dihasilkan, sebab agregat halus mengisi sebagian besar volume beton. Pasir pantai sebagai salah satu jenis material agregat halus memiliki ketersediaan dalam kuantitas yang besar namun sifat fisik yang dimiliki perlu diteliti lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari komposisi material pasir semen dari tiga quarry 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 menunjukkan 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 menunjukkan 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. Angga et al., (2023). “ 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 menunjukkan 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 menunjukkan angka kuat tekan rata-rata 142,6046 kg/cm² dan 209,8392 kg/cm².

6. Rini et al., (2022). “Analisis Eksperimental Penggunaan Pasir Laut Sorake dan Pasir Sungai Gomo pada Campuran Beton.”

Perkembangan industri konstruksi di Nias Selatan cukup pesat, dimana hampir 70% material yang digunakan dalam konstruksi adalah beton. Berbagai bangunan didirikan menggunakan beton sebagai bahan utama, baik bangunan gedung, bangunan air, maupun bangunan sarana transportasi. 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. Pasir pantai sorake memiliki karakteristik butiran yang halus dan bulat, gradasi (susunan besar butiran) yang seragam serta mengandung garam-garaman yang tidak menguntungkan bagi beton, sehingga banyak disarankan untuk tidak digunakan dalam pembuatan beton. Butiran yang halus dan bulat serta gradasi yang seragam, dapat mengurangi daya lekat antar butiran dan berpengaruh terhadap kekuatan dan ketahanan beton. Akan tetapi masyarakat yang tinggal di pesisir pantai masih menggunakan pasir pantai sebagai salah satu agregat halus ada beton dengan alasan mudah didapat. Pasir pantai sorake memiliki karakteristik butiran yang halus dan bulat, gradasi (susunan besar butiran) yang seragam serta mengandung garam-garaman yang tidak menguntungkan bagi beton, sehingga banyak disarankan untuk tidak digunakan dalam pembuatan beton. Butiran yang halus dan bulat serta gradasi yang seragam, dapat mengurangi daya lekat antar butiran dan berpengaruh terhadap kekuatan dan ketahanan beton. Akan tetapi masyarakat yang tinggal di pesisir pantai masih menggunakan pasir pantai sebagai salah satu agregat halus pada beton dengan alasan mudah didapat. Untuk itu perlu dilakukannya 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. Penelitian pada beton ini menggunakan pasir laut sorake dan pasir sungai gomo yang berasal dari kabupaten nias selatan sebagai material agregat halus. 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.

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a) . Nilai kuat tekan beton dengan menggunakan Pasir Laut Sorake dan Pasir Sungai Gomo dengan variasi di cuci dan tidak dicuci memiliki nilai rata-rata sebesar adalah Pasir Laut di cuci 19,26 Mpa, Pasir Laut tidak cuci 20,55 Mpa, Pasir Sungai Cuci 17,93 Mpa, Pasir Sungai tidak cuci 16,74 Mpa.
 - b) Nilai kuat tekan beton yang paling besar dengan menggunakan Pasir Laut tidak cuci adalah 20,55 Mpa
 - c) Setelah dievaluasi dan diuji dengan beberapa pengujian sifat fisik material, maka agregat halus dari dua wilayah tidak layak untuk struktur beton.
7. Ardiansyah dan Khalil Hariri(2021) “Pengaruh Penggantian air dengan air laut, air payau dan air tawar terhadap kuat tekan beton.”

Beton adalah material konstruksi yang pada saat ini sudah sangat umum digunakan. Berbagai bangunan sudah menggunakan material dari beton. Pentingnya peranan konstruksi beton menurut suatu kualitas beton yang memadai. Penelitian-penelitian telah banyak dilakukan untuk memperoleh suatu penemuan alternatif penggunaan konstruksi beton dalam berbagai bidang secara tepat dan efisien, sehingga akan diperoleh mutu beton yang lebih baik, Beton yang bermutu baik mempunyai beberapa kelebihan

diantaranya mempunyai kuat tekan tinggi.. Misalnya untuk mempercepat perkerasan, meningkatkan workability, menambah kuat tekan, menambah daktilitas (mengurangi sifat getas), mengurangi retak-retak pengerasan, dan sebagainya. pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Ia didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis. Benda uji pada penelitian ini terdiri dari benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan. Jumlah benda uji sebanyak 27 buah yang terdiri dari masing-masing 3 buah benda uji untuk pengujian kuat tekan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Dari hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan, nilai kuat tekan rata-rata pada beton normal umur 7, 14, 28, dan di hasilkan 13,02 MPa, 17,55, 20 MPa.. Berdasarkan hasil data yang diperoleh dari beton dengan pergantian air laut di umur Pada umur 7 hari kuat tekan rata-rata 23,02 MPa, umur 14 hari 25,29 MPa serta pada umur 28 hari 30,95 MPa. dan yang di hasilkan pada pergantian air payau Pada umur 7 hari kuat tekan rata-rata 20.76 MPa, umur 14 hari 18,87 MPa serta pada umur 28 hari 22,65 Mpa

8. Trisnawati, Ice, et al (2023). “Analisa kuat tekan Beton K300 dengan penambahan Sikacim Concrete”

Perkembangan industri beton di Indonesia sangatlah maju dan berkembang. semakin meningkatnya pembangunan di suatu negara maka

penggunaan material konstruksi menjadi semakin meningkat. *SikaCim Concrete additive* adalah obat beton/*admixture high range water reducing* yang diformulasikan khusus untuk industri beton. *Water reducing* dan *superplasticizer* yang sangat efektif untuk mempercepat proses pengerasan dengan karakteristik *workability* tinggi pada beton. Penelitian-penelitian telah banyak dilakukan untuk memperoleh suatu penemuan alternatif penggunaan konstruksi karena beton merupakan unsur yang sangat penting, mengingat fungsinya sebagai salah satu pembentuk struktur yang paling banyak digunakan oleh masyarakat. Beton adalah material konstruksi yang pada saat ini sudah sangat umum digunakan. Pentingnya peranan konstruksi beton menuntut suatu kualitas beton yang memadai. Salah satu faktor yang harus dijaga untuk mencapai tujuan pengelolaan tersebut adalah penggunaan material konstruksi yang baik. Karena struktur beton praktis selalu ada di setiap infrastruktur di Indonesia, maka penelitian untuk menemukan kualitas beton yang lebih baik dan lebih tepat sesuai dengan kebutuhan harus selalu dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan beton dengan penambahan *SikaCim Concrete* pada mutu beton K 300. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah SNI 63- 2834-2000 tata cara pembuatan campuran beton normal. Kesimpulan dari hasil pengujian didapat nilai kuat tekan beton normal (BN) umur 28 hari sebesar 301,38 kg/cm² lebih besar dari kuat tekan beton rencana yaitu 300 kg/cm² dan nilai kuat tekan beton terbesar dengan penambahan *SikaCim Concrete* sebesar 2,0% (BSC.2,0) umur 28 hari sebesar 329,33 kg/cm².

9. Zulkarnain et al., (2021) Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sika Fume Pada Perendaman Air Laut

Beton merupakan bahan yang sangat penting digunakan dalam bidang konstruksi. Pada penelitian kali ini hasil perpaduan antara beton dengan bahan tambah sika fume pada perendaman air tawar dan air laut seluruhnya berpengaruh positif pada kekuatan tekan beton. Kemudian untuk mendapatkan nilai perbandingan dari kuat tekan beton pada rendaman air tawar dan air laut, dilakukan dengan metode eksperimental di laboratorium beton Universitas Muhammadiyah Sumatera utara dan melakukan studi literatur, mencari referensi tentang kandungan bahan tambah yang digunakan. Beton yang dicampur bahan tambah sika fume memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi baik perendaman air tawar dan air laut dibanding beton normalnya. Dapat disimpulkan semakin banyak persentase penggunaan sika fume maka kuat tekan yang dihasilkan semakin tinggi.

10. Rangan, (2023) Pengaruh Pemanfaatan Cornice Adhesive Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Berpori

Kuat tarik belah beton berpori dengan gradasi seragam dari hasil penelitian memperlihatkan bahwa hasil yang didapatkan kuat tarik belah beton berpori normal pada umur 28 hari dengan rata-rata 0,991 MPa sedangkan yang menggunakan penambahan cornice adhesive semua benda uji mengalami

penurunan kuat tarik belah yakni pada penambahan 7% cornice adhesive didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 0,944 MPa, pada penambahan 12% cornice adhesive didapatkan kuat tarik belah rata-rata 0,755 MPa dan pada penambahan 17% cornice adhesive didapatkan kuat tarik belah rata-rata 0,495. Dari hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa semakin banyak cornice adhesive yang digunakan maka semakin rendah kuat tarik belah yang dihasilkan.

2. Permeabilitas beton berpori dengan gradasi seragam dari hasil penelitian memperlihatkan bahwa hasil yang didapatkan permeabilitas beton porous normal pada umur 28 dengan rata-rata 3,974 mm/detik sedangkan yang menggunakan penambahan cornice adhesive 7% didapatkan hasil permeabilitas rata-rata 5,470 mm/detik dan penambahan cornice adhesive 12% didapatkan hasil permeabilitas rata-rata 4,884 mm/detik sedangkan penambahan cornice adhesive 17% didapatkan hasil permeabilitas rata-rata 4,565 mm/detik. Permeabilitas pada beton berpori bergradasi seragam mencapai nilai rata-rata tertinggi sebesar 5,470 mm/detik. Hasil penelitian ini memenuhi standar ACI 522R-2010 antara 1,4 mm/detik sampai 12,2 mm/detik dan hasil nilai porositas dapat diketahui dari hasil pengujian permeabilitas.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang merupakan metode penelitian yang banyak menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampildari hasilnya disertai gambar, tabel, atau grafik. Kemudian data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian laboratorium. Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental yaitu dengan membandingkan antara kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pembuatan benda uji, pemeliharaan, dan pengujian dilaksanakan di laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare dan waktu penelitian dilakukan selama 3 bulan mulai pada bulan Oktober sampai Desember 2024

C. Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data yang diperoleh melalui eksperimen di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Penelitian ini berfokus pada Beton additive Jumlah sampel yang dibutuhkan adalah:

- a. Beton Normal 12 buah

- b. Beton dengan menggunakan Concrete additive Propan 12 buah

Tabel 3. 1 Jumlah Sampel Beton Normal

Jenis Pengujian Beton Normal	Umur beton (hari)			Jumlah
	7	14	28	
Kuat Tekan	3	3	3	9
Kuat Tarik Belah	-	-	3	3
Total				12

Tabel 3. 2 Jumlah Sampel Beton Additive

Jenis Pengujian Beton Additive	Umur beton (hari)			Jumlah
	7	14	28	
Kuat Tekan	3	3	3	9
Kuat Tarik Belah	-	-	3	3
Total				12

2. Data sekunder

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

D. Alat dan Bahan Penelitian

- Adapun bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar dan agregat halus

b. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Portland

c. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini air Laut dari Lumpue Kota Pare Pare

d. Concrete Additive Propan

Concrete Additive Propan yang digunakan di dalam penelitian ini diambil dari Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare.

2. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Saringan

Saringan yang dipakai dalam menentukan gradasi agregat yaitu saringan dengan lubang saringan sebesar 25 mm, 19.5 mm, 9.5 mm, 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 0.60 mm, 0.30 mm, dan 0.15 mm.

b. Oven

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

c. Gelas Ukur

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

d. Timbangan

Timbangan difungsikan untuk menimbang bahan-bahan benda uji

e. Cetakan Beton

Cetakan beton yang digunakan adalah cetakan silinder ukuran 15 cmx30 cm

f. *Universal Testing Machine*

Digunakan untuk menguji kuat tekan benda uji beton

g. Concrete mixer / mesin pencampur

Digunakan untuk mencampur semua bahan-bahan benda uji

E. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

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

1. Berat jenis kering permukaan (*Bulk Specific Gravity*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu
2. Berat jenis permukaan (*SSD*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu
3. Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu
4. Penyerapan adalah persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering

Adapun prosedur percobaan adalah sebagai berikut :

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

Berikut adalah perhitungan yang digunakan dalam menentukan berat jenis agregat :

$$1. \text{ Berat jenis (Bulk Specify Gravity)} = \frac{Bk}{(Bj - Ba)} \dots\dots\dots (2)$$

$$2. \text{ Berat jenis SSD} = \frac{Bk}{(Bj - Ba)} \dots\dots\dots (3)$$

$$3. \text{ Berat jenis semu} = \frac{Bk}{(Bk - Ba)} \dots\dots\dots (4)$$

$$4. \text{ Penyerapan (Arbsorpsi)} = \frac{(Bj - Bk)}{Bk} \times 100 \% \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

B_k = Berat benda uji kering oven (gram)

B_j = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

B_a = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)

F. Perkiraan Kadar Agregat

1. Perkiraan kadar agregat kasar

Agregat dengan ukuran nominal maksimum dan gradasi yang sama akan menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan yang memuaskan bila sejumlah tertentu volume agregat (kondisi kering oven) dipakai untuk tiap satuan volume beton. Volume agregat kasar per satuan volume beton dapat dilihat pada Tabel 5 atau dilakukan perhitungan secara analitis atau grafis .

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

Tabel 3.3 Volume agregat kasar per satuan volume beton (Sumber: SNI 7656:2012)

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven (SSD) per satuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan dari agregat halus			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65

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

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

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

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

Dimana :

W = Berat agregat kasar

V = Volume agregat kasar

SSD = Berat jenis permukaan agregat kasar

2. Perkiraan kadar agregat halus

Prosedur yang dapat digunakan untuk menentukan agregat halus adalah metoda berdasarkan berat atau metoda berdasarkan volume absolut. Bila berat per satuan volume beton dapat dianggap atau diperkirakan dari pengalaman, maka berat agregat halus yang dibutuhkan adalah perbedaan dari berat beton segar dan berat total dari bahan-bahan lainnya. Umumnya, berat satuan dari beton telah diketahui dengan ketelitian cukup dari pengalaman sebelumnya yang memakai bahan-bahan yang sama. Dalam hal informasi semacam ini tidak diperoleh, Tabel 6 dapat digunakan untuk perkiraan awal. Sekalipun bila perkiraan berat beton per

m³ tadi adalah perkiraan cukup kasar, proporsi campuran akan cukup tepat untuk memungkinkan penyesuaian secara mudah berdasarkan campuran percobaan

Tabel 3. 4 Perkiraan awal berat beton segar (Sumber: SNI 7656:2012)

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

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

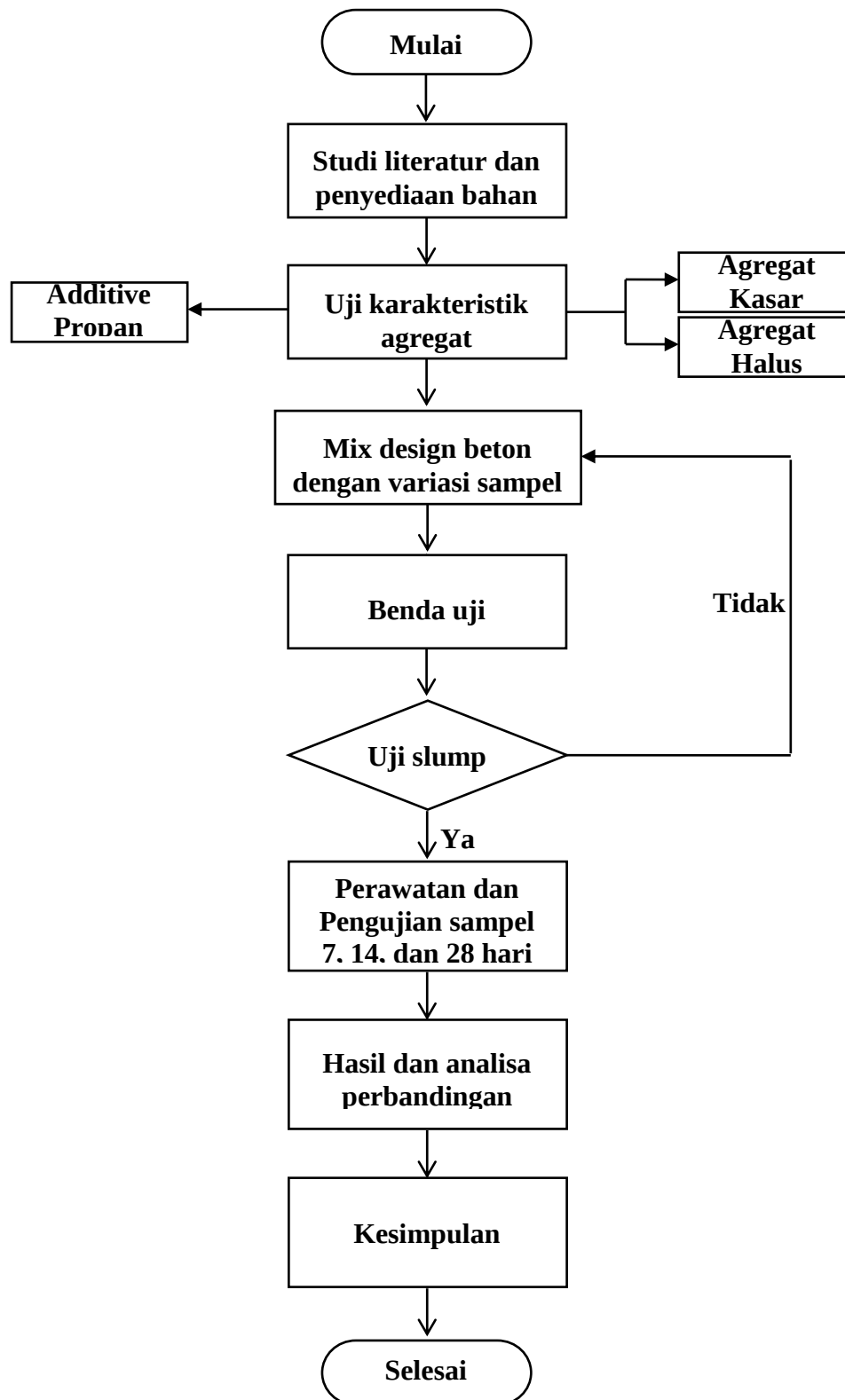
G. Teknik Analisis Data

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

1. Menimbang berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.

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

H. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alur 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 rekapitulasi masing-masing pengujian ditunjukkan dalam tabel di bawah ini.

1. Agregat Kasar

Tabel 4.1 Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar (Sumber:Olah Data (2024))

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN		NILAI RATA-RATA	KET.
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 1 %	1,1%	0,90%	1,00%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	10,9%	10,8%	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	2,00	1,95	1,97	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4%	2,46%	1,01%	1,73%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	3,11	3,11	3,11	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,89	2,89	2,89	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,96	2,96	2,96	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

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 Angeles* 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 1,97 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 1,73% 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 2,89. Dan untuk berat jenis kering permukaan didapatkan hasil pengujian sebesar 2,96 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

Tabel 4. 2 Rekapitulasi pengujian agregat halus (Sumber :Olah data (2024)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN		NILAI RATA-RATA	KET.
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	4,2%	3,6%	3,90%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	No. 1	No. 1	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	1,38	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
	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.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 1,45 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 dapat digunakan untuk campuran beton.

B. Perencanaan Adukan Beton (Mix Design)

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

Mutu beton	= 25
<i>Slump</i>	= 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

$$F_c' = 25 \text{ Mpa}$$

2. Deviasi Standard

Tabel 4. 3 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 Kendaili	8,4

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

3. Nilai tambah (margin)

$$M = 1,64 \times SR$$

$$= 1,64 \times 7$$

$$= 11,48 \text{ Mpa} \cong 12 \text{ Mpa}$$

4. Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan

$$f_{c \text{ target}} = f'c + m$$

$$= 25 + 12$$

$$= 37$$

5. Jenis Semen

Semen Portland Tipe 1

6. Jenis Agregat

Agregat Halus = Pasir Laut

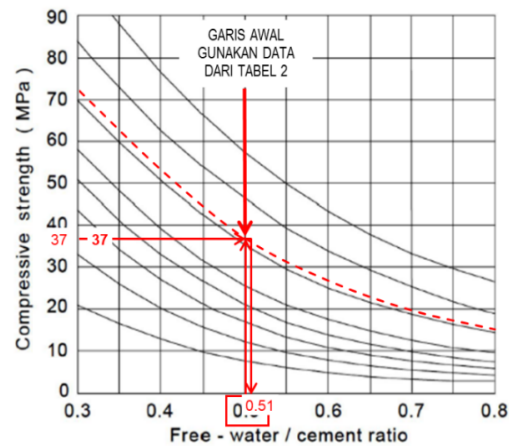
Agregat Kasar = Batu Pecah

7. Faktor Air Semen Bebas

FAS bebas = 0,51 Mpa

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

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (Mpa)				
		Umur (hari)				Bentuk Uji
		3	7	28	29	
Semen Portland Tipe 1	Batu tidak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tidak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland 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. 5 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (Sumber: SNI 03-2834:2000)

Lokasi	Jumlah Semen minimum Per m 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

$$= 20 \text{ mm}$$

Tabel 4. 6 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (Sumber: SNI 03 2834:2000)

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

11. Kadar Air Bebas

$$W_h = 195$$

$$W_k = 225$$

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

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

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

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

12. Kadar Semen

$$\text{Kadar semen} = \frac{\text{Kadar air bebas (Wf)}}{\text{Faktor air semen (fas)}} = \frac{205,00}{0,50} = 410 \text{ Kg/m}^3$$

13. Kadar Semen Minimum

$$= 300,00 \text{ Kg/m}^3$$

14. Susunan Besar Butir Agregat Halus

Jenis pasir = Sedang

15. Berat Jenis Agregat

$$\text{Berat Jenis Agregat Halus} = 2,27$$

$$\text{Berat Jenis Agregat Kasar} = 2,96$$

16. Berat Jenis Relatif Agregat Gabungan

Berat jenis agregat gabungan dihitung dengan persamaan

$$\begin{aligned} B_j \text{ Ag.Gab} &= (\text{Persen Ag.Halus} \times B_j.\text{Ag.Halus}) + (\text{Persen Ag.Kasar} \times \\ &\quad B_j.\text{Ag.Kasar}) \\ &= 271\% \\ &= 2,71 \end{aligned}$$

17. Berat Isi 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

Gambar 4. 2 Grafik perkiraan berat isi beton *Sumber : (SNI 03-2834:2000)*

Berat isi beton= 2.350 kg/m³

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 :

$$\text{Ag.Kasar} = 1,94\%$$

$$\text{Ag.Halus} = 3,52\%$$

Sehingga berat massa penyesuaian berdasarkan kadar air adalah :

$$\text{Ag.Kasar (Basah)} = 1,94 \% \times 1101,61 = 21,378 \text{ kg}$$

$$\text{Ag.Halus (Basah)} = 3,52\% \times 633,610 = 22,312 \text{ kg}$$

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

$$\text{Air yang diberikan Ag.kasar} = 1,42\% \times 1101,61 = 15,660 \text{ kg}$$

$$\text{Air yang diberikan Ag.halus} = 2,25\% \times 633,610 = 14,256 \text{ kg}$$

Dengan demikian kebutuhan air adalah sebagai berikut :

$$203,0 - 43,690 + 29,916 = 189,225 \text{ kg}$$

Maka perkiraan 1 m³ beton adalah sebagai berikut :

$$\text{Air (yang ditambahkan)} = 189,225 \text{ kg}$$

$$\text{Semen} = 383,843 \text{ kg}$$

$$\text{Ag.Kasar} = 1107,324 \text{ kg}$$

$$\text{Ag.Halus} = 641,666 \text{ kg}$$

19. Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m³ beton

Tabel 4. 7 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk 1 m³ beton (Sumber : Hasil olah data 2024)

	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	1.52	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

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 silinder} &= \frac{1}{4} \pi d^2 h \\
 &= \frac{1}{4} 3,14 \times 0,15^2 \times 0,30 \\
 &= 0,00530144 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Volume total silinder = Volume 1 silinder × Jumlah beton silinder

$$= 0,00530144 \text{ m}^3 \times 9$$

$$= 0,04771294 \text{ m}^3$$

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

Volume tambahan = vol. 9 silinder x 15%

$$= 0,04771294 \text{ m}^3 \times 15\%$$

$$= 0,05486988 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. total} &= \text{Vol. total silinder} + \text{Vol. Tambahan} \\
 &= 00,04771294\text{m}^3 + 0,05486988\text{m}^3 \\
 &= 0,05486988\text{m}^3
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 8 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk 9 silinder beton (Sumber : Hasil olah data 2024)

	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. 9 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk beton normal (Sumber : Hasil olah data 2024)

	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 Additive

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Air Laut} &= \text{Vol. Air Laut} \times 0,85 \\
 &= 203,0 \times 0,85 \\
 &= 172,55 \text{ kg} \\
 \text{Berat SP} &= 172,55 \times 2,0\% \\
 &= 172,55\text{m}^3 \times 2,0\% \\
 &= 3,451 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

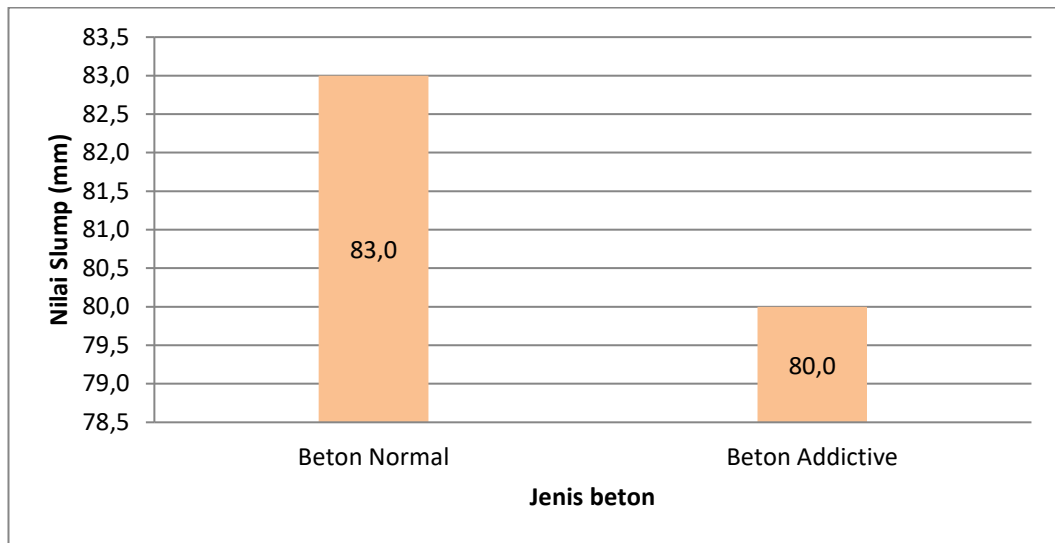
Tabel 4.10 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk beton Additive (Sumber : Hasil olah data 2024)

	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	Kebutuhan 9 Silinder
W semen	411,78 kg	2,51 kg	22,59 kg
W kerikil	1101,61 kg	6,72 kg	60,44 kg
W pasir laut	633,61 kg	3,86 kg	34,77 kg
W air laut	172,55 kg	1,05 kg	9,47 kg
W SP	3,45 kg	0,02 kg	0,19 kg

C. Nilai Slump

Berbeda dengan nilai slump yang digunakan untuk menilai konsistensi beton dan workability pada kondisi tertentu, hasil pemeriksaan *slump test* digunakan untuk melihat perubahan kadar air campuran beton. Semakin rendah nilai slump, semakin kental beton tersebut, dan proses pemadatan atau pekerjaan beton akan semakin sulit dan memakan waktu. Lebih mudah untuk diterapkan dan tidak memakan banyak waktu selama proses pemadatan saat bekerja.

Kerucut Abrams digunakan untuk menilai validitas *Slump tes*. Kerucut Abrams pertama kali dibasahi sebelum diletakkan di permukaan yang rata. Kerucut kemudian diisi dengan tiga lapis beton baru, yang bagian atasnya diratakan setelah tiap lapis diisi dengan $\frac{1}{3}$ volume kerucut abrams dan ditusuk 25 kali, dengan tusukan berlanjut hingga dasar tiap lapis. Kerucut dinaikkan perlahan secara vertikal selama sekitar 30 detik, setelah itu nilai slump dihitung dengan mengukur tinggi campuran dan membandingkannya dengan tinggi kerucut.



Gambar 4. 3 Grafik Nilai Slump Test

Note: Slump Flow

Additive dihilangkan

Grafik Nilai Slump Flow

Dari pengujian slump diatas, tampak bahwa nilai slump turun dengan bahan additive dalam campuran beton, dimana pada beton normal memiliki nilai slump sebesar 83,0 mm sedangkan pada beton Additive memiliki nilai slump sebesar 80,0 hal ini dikarenakan beton Additive yang tidak memiliki permukaan yang beraturan dan berongga sehingga pada saat dilakukan pencampuran, rongga pada beton Additive 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 15

sampel. Yang terdiri dari 6 Beton Normal dan 9 beton Additive. 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 dan beton Additive adalah sebagai berikut :

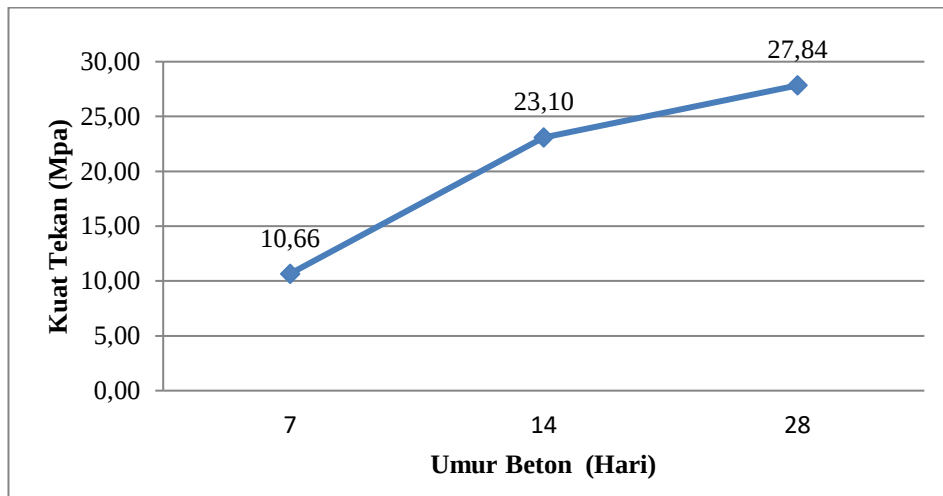
1. Beton normal

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

Tabel 4. 11 Rekap hasil kuat tekan beton normal (Sumber:Hasil Pengolahan data (2024) ANANDA

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	12,45	188,33	10,66 (Combain)
2	14 Hari	12,51	408,00	23,10
3	28 Hari	12,16	491,67	27,84

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 10,66 MPa untuk umur 7 hari, 23,10 MPa untuk umur 14 hari, dan 27,84 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 4 Grafik pengujian kuat tekan beton normal

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton normal mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 12,44 MPa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 4,74 Mpa.

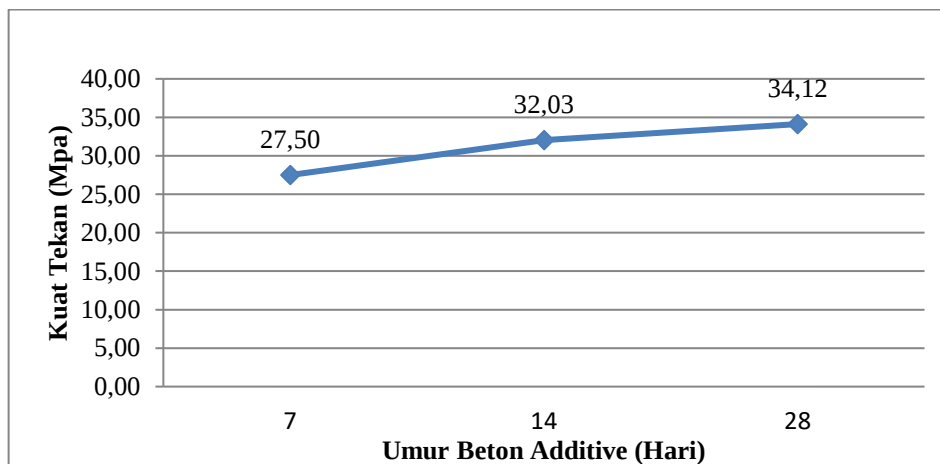
2. Beton Superplasticizer (Additive)

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton 25% limbah beton yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Rekap hasil kuat tekan beton Additive (Sumber : Hasil Pengolahan data (2024)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	12,19	485,7	27,50
2	14 Hari	12,36	565,7	32,03
3	28 Hari	12,22	602,7	34,12

Pada pengujian sampel uji beton Additive dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 27,50 MPa untuk umur 7 hari, 32,03 MPa untuk umur 14 hari, dan 34,12 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 5 Grafik pengujian kuat tekan beton Additive

NOTES: GRAFIK DIGABUNG

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton additif mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 4,53 MPa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 2,09 Mpa.

E. Kuat Tarik Belah

Setelah melalui proses pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tarik belah terhadap benda uji tersebut. Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada saat benda uji berumur 14 dan 28 hari dengan menggunakan benda uji berupa silinder dengan ukuran panjang 30 cm dan diameter 15 cm sebanyak 12 buah sampel, yang terdiri dari beton normal dan Beton Additive. Untuk masing-masing variasi campuran disiapkan 3 sampel silinder, kemudian setiap benda uji yang akan dilakukan pengujian kuat tarik belah beton ditimbang terlebih dahulu.

Adapun hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dengan umur perawatan 14 dan 28 hari terhadap beton normal, dan Beton Additiv 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:

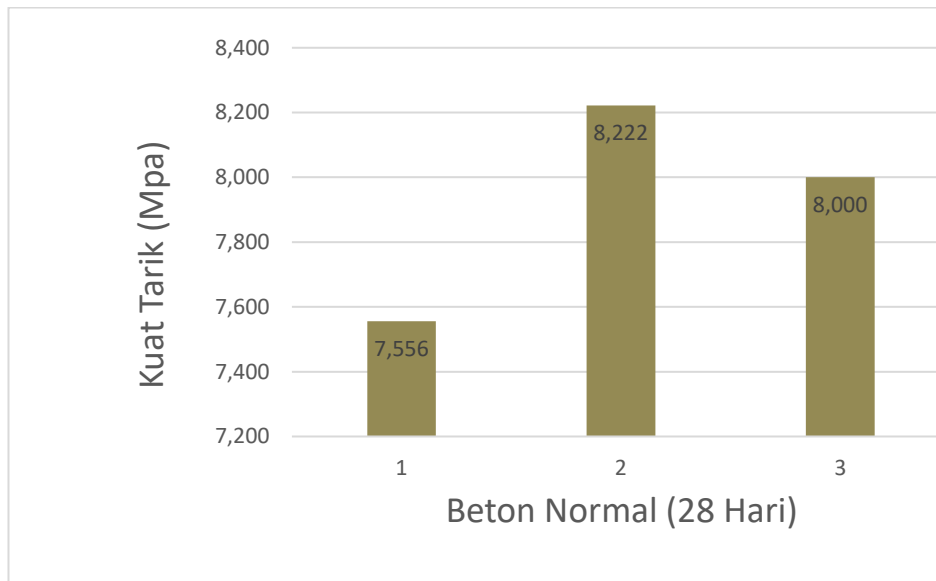
Tabel 4. 13 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton normal (Sumber: Hasil Pengolahan data (2024))

NOTES:

No.	Sampel	Umur Hari	Berat (Kg)	Tinggi (mm)	Luas (mm)	Berat isi (kg/m ³)	P.Maks (Kn)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1	Silinder	28	12,260	300	150	1735,31	170	7,556	7,926
2		28	12,390	300	150	1753,72	185	8,222	
3		28	12,020	300	150	1701,34	180	8,000	

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton normal didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 7,926 MPa. Dimana pada sampel 1 memiliki nilai kuat Tarik sebesar 7,556 Mpa, sampel 2 memiliki nilai sebesar 8,222 Mpa, sedangkan pada sampel 3 memiliki nilai kuat Tarik sebesar 8,000. Berdasarkan sumber nilai kuat tarik belah berkisar antara 9 -15%. Sehingga nilai pengujian kuat tarik belah sudah sesuai dengan nilai kuat tarik belah teoritis.

N



Gambar 4. 6 Grafik pengujian kuat tarik beton Normal (Sumber : Hasil pengolahan data (2024))

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa pada beton normal mengalami peningkatan dari sampel A ke sampel B sebesar 0,666 Mpa, sedangkan dari sampel B ke sampel C mengalami penurunan sebesar 0,222 Mpa.

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



Gambar 4. 7 Sebaran agregat halus beton normal (Sumber : Dokumentasi pribadi)

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

a. Sebaran agregat bagian atas

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Atas}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{72}{146} \times 100 \\ &= 49,32 \%\end{aligned}$$

b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Bawah}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{74}{146} \times 100 \\ &= 50,68 \%\end{aligned}$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 49,32 % : 50,68 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

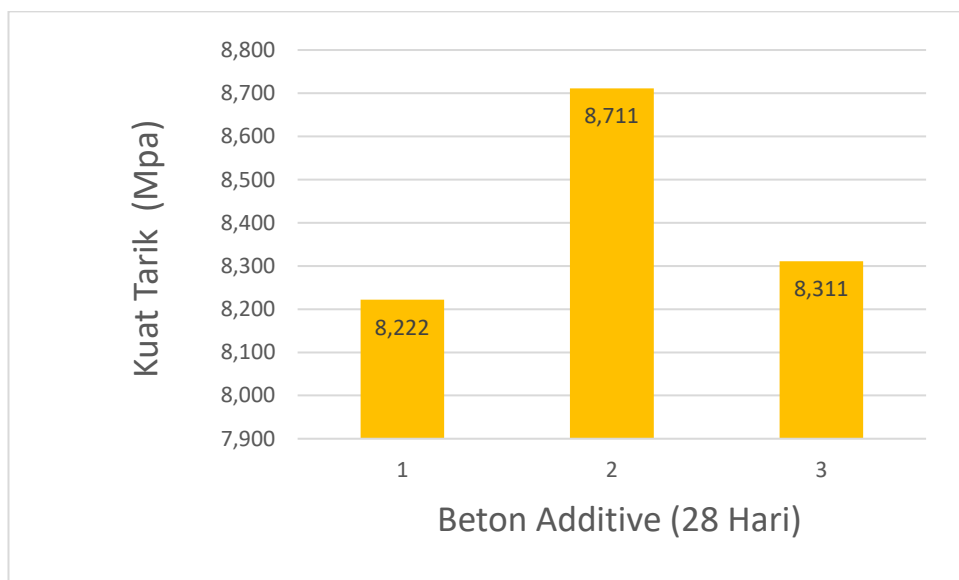
2. Beton Superplasticizer (Additive)

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton Additive 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 Additive (Sumber: Hasil Pengolahan data (2024))

No.	Sampel	Umur Hari	Berat (Kg)	Tinggi (mm)	Luas (mm)	Berat isi (kg/m ³)	P.Maks (Kn)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1	Silinder	28	12,430	300	150	1759,38	185	8,222	8,415
2		28	12,250	300	150	1733,90	196	8,711	
3		28	12,300	300	150	1740,98	187	8,311	

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton normal didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 8,415 MPa. Dimana pada sampel A memiliki nilai kuat Tarik belah sebesar 8,222 Mpa ,pada sampel B memiliki nilai sebesar 8,711 mpa ,Sedangkan pada sampel C memiliki nilai kuat Tarik sebesar 8,311 Mpa. Berdasarkan sumber nilai kuat tarik belah berkisar antara 9 -15%. Sehingga nilai pengujian kuat tarik belah sudah sesuai dengan nilai kuat tarik belah teoritis.



Gambar 4. 7 Grafik pengujian kuat tarik beton Additive (Sumber : Hasil Pengolahan data (2024))

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa pada beton additif mengalami peningkatan dari sampel A ke sampel B sebesar 0,491 Mpa, sedangkan dari sampel B ke sampel C mengalami penurunan sbesar 0,4 Mpa



Gambar 4. 6 Sebaran Agregat halus beton Additive
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

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

- a. Sebaran agregat bagian atas

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Atas}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{62}{128} \times 100 \\ &= 48,44 \%\end{aligned}$$

- b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Bawah}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{68}{128} \times 100 \\ &= 51,56 \%\end{aligned}$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 48,44 % : 51,56 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

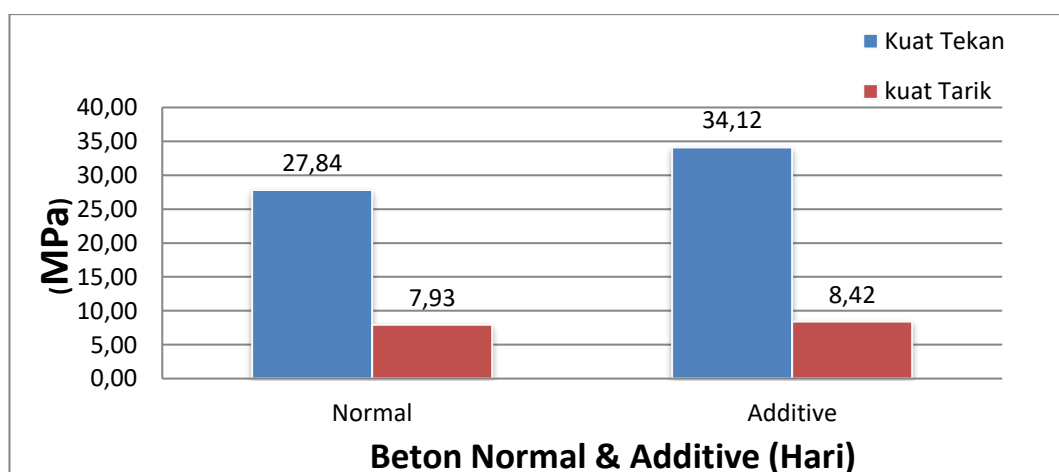
F. Gabungan Kuat Tekan & Kuat Tarik Belah beton

Setelah melakukan proses pengujian kuat tekan dan kuat Tarik belah beton, selanjutnya dilakukan penggabungan antara kuat tekan dan kuat Tarik belah beton. Adapun hasil dari pengujian kuat tekan dan kuat Tarik belah beton normal dan beton Additive dengan umur perawatan 28 hari adalah sebagai berikut :

Tabel 4.15 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan dan tarik belah beton normal dan Additive (Sumber : Hasil Pengolahan data (2024))

Beton	Umur Pemeliharaan	
	Normal	Additive
	28 Hari	28 Hari
Kuat Tekan	27,84 Mpa	34,12 Mpa
kuat Tarik	7,93 Mpa	8,42 Mpa

Pada pengujian kuat tekan beton normal didapatkan nilai kuat tekan sebesar 27,84 Mpa, sedangkan pada beton Additive memiliki nilai kuat tekan sebesar 34,12 Mpa. Pada pengujian kuattarik belah didapatkan nilai kuat Tarik beton normal sebesar 7,93 Mpa, sedangkan pada beton additive memiliki nilai kuat Tarik sebesar 8,42 Mpa.



Gambar 4. 8 Grafik gabungan pengujian kuat tekan dan tarik beton Normal dan Additive (Sumber :Hasil Pengolahan Data (2024))

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa kuat tekan dan kuat tarik belah beton meningkat seiring dengan penambahan Beton Additive. Hal ini menunjukkan bahwa bahan Additive meningkatkan kekuatan beton. Ketika persentase kuat tekan dan kuat tarik belah beton menggunakan bahan Additive, maka terdapat peningkatan terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton normal. Dimana dari beton normal ke beton additive dipengujian kuat tekan mengalami peningkatan sebesar 6,28 Mpa. Sedangkan pada beton normal ke beton additive dipengujian kuat Tarik belah juga mengalami peningkatan sebesar 0,49 Mpa

. Namun perlu menjaga penambahan bahan Additive secara berlebihan agar tidak dapat menyebabkan konsentrasi serat yang tinggi, yang dapat mengurangi kekuatan ikatan antara serat dan matriks beton. Distribusi serat: Distribusi serat yang tidak merata dapat menciptakan titik lemah dalam beton, yang dapat memengaruhi kekuatannya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

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

NOTES: DISEDERHANAKAN

1. Dari penelitian yang telah dilakukan, pengaruh pasir dan air laut terhadap kuat tekan dan tarik belah beton pada benda uji berbentuk silinder mempunyai nilai yang rendah, hal ini dikarenakan pasir dan air laut mengandung garam-garam yang tidak sesuai untuk beton. Namun pada beton yang menggunakan Bahan Beton Concrete Additive Propan maka nilai kuat tekan dan tarik belahnya akan meningkat. Hal ini berkat adanya Bahan Aditif Beton Concrete Additive Propan yang dapat meningkatkan mutu beton..
2. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium mengenai Rasio kuat tekan dan kuat tarik belah beton menggunakan concrete Additive Propan, perbandingan kualitas beton menggunakan pasir dan air laut lumpue Kota Pare-pare dengan kondisi asli dapat diperoleh sebagai berikut hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan Superplasticizer (Additive) dalam campuran beton mempengaruhi kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Penambahan bahan Additive pada kuat tekan beton memiliki dampak positif pada kekuatan beton. Hal ini dapat ditunjukkan dari hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa penambahan Additive meningkatkan kekuatan beton. Ketika

persentase dari beton normal ,kuat tekan beton meningkat Saat penambahan bahan Additive. Pada pengujian sampel uji kuat tekan beton normal dengan beton Additive didapat perbedaan kuat tekan dengan masing masing mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari sebesar 16,84, umur 14 hari sebesar 8,93 MPa sedangkan untuk umur 28 hari sebesar 6,28 Mpa. Pada pengujian kuat tarik belah menunjukkan bahwa bahan additive meningkatkan kekuatan beton. Hal ini dapat ditunjukkan dari hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa penambahan Additive meningkatkan kekuatan beton. Pada pengujian sampel uji kuat tarik belah beton normal dengan beton Additive didapat perbedaan kuat tarik dengan masing masing mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 14 hari sebesar 0,667 MPa sedangkan untuk umur 28 hari sebesar 0,400 Mpa.

B. Saran

1. Penambahan zat aditif dalam campuran beton yang dapat memperkuat beton atau menambah kekuatan beton dapat dibuat dalam penelitian lanjutan dari penelitian ini.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan Superplasticizer (Additive) dengan mutu tertentu agar hasil yang didapatkan dapat lebih terkontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1991). *Tata cara Rencana Pembuatan Beton Normal*. SK SNI T-15-1990-03. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum
- Ahmad, S. B. (2018). Investigasi Pengaruh Air Laut Sebagai Air Pencampuran Dan Perawatan Terhadap Sifat Beton. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 5(1), 48–52. <https://doi.org/10.31963/intek.v5i1.200>
- Angga, Rizul, R. T., & Ryanti, E. (2023). Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus Pasir Pantai Jawai dan Agregat Kasar Batu Pecah di Kabupaten Sambas Kalimantan Barat. *Retensi Jurnal*, 4(1), 2775–0655.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *Spesifikasi Agregatringan Untuk Batu Cetak Beton Pasangan Dinding*. SNI 03-6821-2002. Jakarta: Departemen Pekerjaan umum
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Cara Uji Slump Beton*. SNI 1972:2008. Jakarta: Departemen Pekerjaan umum
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*. SNI 1975:2011. Jakarta: Departemen Pekerjaan umum
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa*. SNI 7656:2012. Jakarta: Departemen Pekerjaan umum
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Spesifikasi Agregat ringan Untuk Batu Cetak Beton Pasangan Dinding*. SNI 03-6821-2002. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. *Persyaratan beton struktural untuk bangunan Gedung dan penjelasannya*. SNI 2847-2019. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Chen, G., Liu, P., Jiang, T., He, Z., Wang, X., Lam, L., & Chen, J. F. (2020). Effects of natural seawater and sea sand on the compressive behaviour of unconfined and carbon fibre-reinforced polymer-confined concrete. *Advances in Structural Engineering*, 23(14), 3102–3116. <https://doi.org/10.1177/1369433220920459>
- 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](https://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0003475)

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare. (2020). *Panduan penulisan proposal & skripsi*. Parepare: Universitas Muhammadiyah Parepare

Hardjasaputra, H & Ciputera, A. (2008). *Penggunaan Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Beton Baru*. Banten: Jurnal Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.

Hamkah. (2016). *Prediksi Kuat Tekan Beton Berbahan Pasir Laut sebagai Agregat Halus dengan Campuran Glenium dan Air Laut menggunakan Metode Kematangan*. November.

Masgode, M. B., Hidayat, A., & Rusli, R. (2023). Uji Kuat Tekan Beton Pada Material Alam Pasir Pantai Muara Lapao-Pao. *Journal of Sustainable Civil Engineering(JOSCE)*,5(01),54–62. <https://doi.org/10.47080/josce.v5i01.2505>

Mulyati, M., & Adman, A. (2019). Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan Sikacim Concrete Additive terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 6(2), 38–45. <https://doi.org/10.21063/jts.2019.v602.01>

Muhammad Dwi Andriyanto. (2020). *Pengaruh Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Campuran Bahan Terhadap Sifat Mekanik Paving Block*. Mataram:Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Muhammad Rizki Maulana, Bahrul Anif, & Indra Khaidir. (2020). *Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Memadat Sendiri (Self Compacting Concrete)*.Padang: Fakultas Teknik Universitas Bung Hatta

Putri Marastuti, Elly Tjahjono, & Essy Arijoeni (2014). *Penggunaan Agregat Kasar Daur Ulang dari Limbah Beton Padat dengan Mutu K350-K400 terhadap Kuat Tekan, Kuat Lentur, dan Susut pada Beton*. Depok: Program Studi Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

Rangan, P. R. (2023). Pengaruh Pemanfaatan Cornice Adhesive Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Berpori. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(1), 2981–2991.

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 Society, 2(2), 413–418.
<https://doi.org/10.58939/afosj-las.v2i2.272>

Samekto, Wuryati. (2001). *Teknologi Bahan*. Yogyakarta: Kanisius

Soelarso, Baehaki, & Nur Fatah Sidik. (2016). *Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Beton Normal Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas*. Banten: Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Sonia Sonita Munthe (2019). *Pemanfaatan Limbah Pecahan Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Terhadap Kuat Tarik Belah Dengan Fas 0,3 Dan 0,5*. Medan: Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan.

Sukirman, Silvia. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Grafika Yuana Marga

Sulaiman, L., & Fisu, A. A. (2020). Pengaruh Campuran Air Laut Terhadap Kuat Tekan Beton Agregat Recycle. *Rekayasa Sipil*, 14(1), 35–42.
<https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2020.014.01.5>

Tjokrodimulyo, K. (1992). *Teknologi Beton*. Gramedia : Yogyakarta.

Zulkarnain, F., Kamil, B., Utara, S., & Kapten Mukhtar Basri No, J. (2021). Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ Website: <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit> Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut. *Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai Sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut*, 1–10.
<http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>