BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beton sangat populer digunakan untuk struktur bangunan karena memiliki kelebihan seperti mampu menerima kuat tekan dengan baik, tahan aus, rapat air, awet dan mudah dalam perawatan. Kelebihan beton yang lain adalah ekonomis dalam pembuatan dan bahan dasar lokal yang mudah diperoleh serta dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan yang dikehendaki. Beton juga memiliki kelemahan yaitu mempunyai kuat tarik dan lentur yang rendah sehingga menyebabkan beton mudah retak dan bersifat getas. Penelitian yang menggunakan material-material yang dapat meningkatkan kuat tarik dan kuat lentur pada beton terus dilakukan. Penambahan serat pada campuran beton segar merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan sifat daktilitas pada beton. (Fajri, M. H., & Firdaus, F. December 2022).

Penelitian ini akan menggunakan bahan tambah kimia plasticezer. Bahan tambahan plasticizer ialah bahan selain unsur pokok beton (semen,air,dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Bahan tambahan plasticezer ini digolongkan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan workability, dimana dengan menggunakan bahan tambahan ini kadar air beton dapat dikurangi tanpa kehilangan workabilitas (kemudahan pengerjaan). Pada penelitian yang di lakukan

oleh Sri Umiati, Rendy Thamrin, Neli Harti, (Tahun 2019) tentang pengaruh penambahan superplasticizer terhadap kuat tekan beton, menunjukkan bahwa hasil penelitian mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 14.16 % untuk fc' 30 MPa, sebesar 41.74 % untuk fc' 30 MPa, sebesar 53.68 % untuk fc' 30 MPa· dan , sebesar 43.53 % untuk fc' 50 MPa. penggunaan superplasticezer merek sika visconcrate dapat meningkatkan kuat tekan. Dan penelitian yang di lakukan oleh I Nengah Suardan, I Gusti Made Sudika dan Ni Kadek Asrariani tentang pengaruh serat ijuk pada campuraan beton terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah pada (tahun 2017) hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pengguanaan serat ijuk pada variasi 3%, 4% ,dan 5% mengalami peningkatan pada presentase 2% sebesar 20.462 MPa terjadi peningkatan sebesar 5.47% dan mengalami penurunan pada persentase 3%,4%,dan 5%, sedangkan unutuk kuat tarik belah mengalarni peningkatan sebesar 11.31 % dari beton normal.

Oleh karena itu penulis mengangkat permasalahan dengan judul "**Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Dan Plasticezer Sebagai Bahan Tambah Terhadap Nilai Kerakteristik Beton"**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penambahan serat ijuk dan plasticizer terhadap nilai kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur?
2. Bagaimana faktor yang terjadi adanya penambahan serat ijuk dan plasticezer terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur?

C. Tujuan penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat ijuk dan plasticizer terhadap nilai kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur pada beton.
2. Untuk mengetahui faktor adanya pembahan serat ijuk dan plasicezer terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur pada beton.

D. Batasan masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka dalam penelitian ini dibatasi pada:

1. Besar variasi proporsi serat ijuk yang digunakan dalam campuran beton yaitu sebesar 0%, 3%, 5% dan 7% dari berat volume serat ijuk.
2. Besar proporsi *sika visconcrete* yang digunakan dalam campuran beton yaitu sebesar 0,6% dari volume semen
3. Mutu beton yang direncanakan yaitu K-300 (setara dengan fc 25 MPa).
4. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari.
5. Pengujian kuat tarik belah dan kuat lentur beton dilakukan pada umur 28 hari.

E. Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mampu memberikan nilai ekonomi terhadap serat ijuk
2. Mampu memberikan informasi bahwa serat ijuk dapat digunakan dalam campuran pembuatan beton

3. Mampu memberikan informasi tentang seberapa besar variasi proporsi perbandingan antara serat ijuk + *plasticezer* untuk mendapatkan hasil kuat tekan yang maksimal dengan persentase yang berbeda-beda.

F. Sistematika penulisan

Adapun sistematika penulisan ini dapat dijelaskan secara umum sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

   Bab ini berisi tentang gambaran secara umum dan hal yang melatarbelakangi penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

   Bab ini dijelaskan tentang teori-teori yang berhubungan dan mendukung se cara ilmiah dengan penelitian yang dilakukan serta sebagai landasan teori dalam penelitian.

3. BAB III METODE PENELITIAN

   Bab ini berisi penjelasan tentang metode yang akan digunakan dalam penelitian seperti jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, serta bagan alir penelitian.

4. BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

   Bab ini berisi tentang hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan melalui uji laboratorium yang dijabarkan dalam bentuk tabel, grafik, maupun gambar.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang berupa sumbangan pikiran terkait dengan permasalahan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Beton merupakan salah satu bahan material yang umum digunakan dalam dunia konstruksi khususnya pembangunan infrastruktur seperti jalan, jembatan, dan pembangunan gedung (Panjaitan et al., 2021). Beton adalah material yang diperoleh dari campuran (komposit) yang terdiri dari beberapa bahan yaitu antara lain agregat kasar, agregat halus, semen, air, serta terkadang ditambahkan pula dengan bahan tambah lain seperti zat *additive* dengan perbandingan proporsi yang telah ditentukan. Penentuan kualitas beton sangat bergantung pada kualitas bahan-bahan yang digunakan dalam campuran beton tersebut (Mahendra, Y. I, Gardjito. E, Ridwan. A, 2021).

Tekstur campuran yang awalnya lembek akan mengalami pengerasan seperti batuan, karena terjadi reaksi antara air dan semen. Hal ini terjadi karena kedua bahan tersebut mengalami reaksi kimia yang menghasilkan Kalsium Silikat Hidrat (CSH) dan membentuk senyawa kimia yaitu Kalsium Hidroksida (Ca(OH)2). Penambahan bahan tambah dalam campuran beton yang bersifat posolan *(pozzolanic material)* dapat menjaga kualitas mutu beton karena senyawa yang dihasilkan dari reaksi kimia antara semen dan air bersifat basa dan reaksinya terhadap asam dapat menurunkan kualitas beton (Panjaitan et al., 2021).

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) beton mempunyai beberapa kelebihan yaitu sebagai berikut (Hasibuan, 2021):

a) Biaya yang diperlukan relatif murah sedikit karena bahan baku umumnya mudah didapat.
b) Biaya pemeliharaan rendah karena beton tahan terhadap temperatur rendah ataupun tinggi serta tahan terhadap peristiwa yang disebabkan oleh kondisi lingkungan, seperti pembusukan dan pengkaratan.
c) Kekuatannya tinggi dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan struktur yang akan dibangun, serta jika dikombinasikan dengan bahan yang juga mempunyai kekuatan yang tinggi akan menghasilkan kesatuan struktur dan dapat digunakan dalam pembuatan bangunan mutu tinggi.
d) Mudah dibentuk menggunakan cetakan sesuai dengan kebutuhan struktur bangunan.

Adapun kekurangan beton menurut (Tjokrodimuljo, 2007) yaitu sebagai berikut (Hasibuan, 2021):

a) Adanya perbedaan dalam proses perencanaan dan pembuatan beton di daerah-daerah tertentu disebabkan oleh perbedaan karakteristik bahan-bahan campuran beton tergantung dari lokasi pengambilan agregatnya.
b) Proses perencanaan dan pelaksanaannya bermacam-macam disesuaikan dengan kebutuhan bagunan yang akan dibangun karena beton mempunyai ketentuan kelas kekuatan.
c) Diperlukan material lain seperti tulangan untuk mengatasi retak atau rapuhnya beton, karena beton mempunyai kuat tarik rendah.

1. Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir mineral dengan tekstur keras dan berstruktur padat yang berupa batu pecah, kerikil, dan pasir yang menjadi bahan penambah dalam campuran beton atau mortar (Maghfirah et al., 2019). Adapun klasifikasi agregat berdasarkan ukuran butirannya dapat digolongkan sebagai berikut:

a) Batu, ukuran butirannya yaitu lebih besar dari 40 mm.

b) Kerikil, ukuran butirannya yaitu antara 4,8 mm – 40 mm.

c) Pasir, ukuran butirannya yaitu antara 0.15 mm – 4,8 mm.

d) Debu (silt), ukuran butirannya yaitu lebih kecil dari 0,15 mm.

Jenis-jenis agregat yang digunakan dalam campuran beton dibedakan menjadi dua (2), yaitu sebagai berikut:

a) Agregat kasar (kerikil) *SK SNI S – 04 – 1989 – F*

Agregat kasar (kerikil) adalah agregat dengan ukuran butiran lebih besar dari 4,75 mm . Agregat kasar merupakan nama lain dari kerikil ataupun batu pecah, ukuran kerikil yang umum dihasilkan dari industri pemecah batu yaitu 5 mm - 40 mm (Bintoro et al., 2018). Syarat mutu agregat kasar (kerikil) untuk campuran beton menurut *SK SNI S – 04 – 1989 – F,* yaitu sebagai berikut:

1) Bentuknya tajam, kuat dan keras.

2) Bersifat kuat, tidak mudah pecah atau hancur karena efek dari cuaca.

3) Sifat kuat, apabila diuji dengan larutan garam sulfat adalah sebagai berikut:

a) Jika diuji dengan Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 12%.

b) Jika diuji dengan Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 10%.

4) Kadar lumpur pada agregat kasar harus lebih kecil dari 1 %. Apabila lebih dari 1 % maka kerikil harus dicuci.

5) Agregat harus bebas dari kandungan zat organik dan bahan alkali yang dapat merusak beton.

6) Harus mempunyai variasi gradasi yang baik, sehingga dapat mengurangi rongga dalam campuran. Interval modulus kehalusan yaitu antara 6 – 7,10 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut:

   a) Agregat yang tertahan pada ayakan 38 mm dan harus 0 % dari berat.

   b) Agregat yang tertahan pada ayakan 4,8 mm, 90 % - 98 % dari berat.

   c) Selisih antara agregat yang tertahan kumulatif pada dua ayakan yang berurutan, maksimal 60 % dan minimal 10 % dari berat.

7) Agregat harus bebas dari kandungan garam.



Gambar 2.1. Agregat Kasar (Kerikil)
Sumber :Dokumentasi Bahan Penelitian

b) Agregat halus (pasir) *SK SNI S – 04 – 1989 – F*

Agregat halus (pasir) adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi pada pembuatan beton yang berupa pasir alami atau pasir buatan yang diperoleh dari mesin pemecah batu, dengan ukuran butiran maksimal 4,8 mm (Mahendra, Y. I, Gardjito. E, Ridwan. A, 2021). Agregat halus yang layak dimanfaatkan untuk campuran beton yaitu agregat yang terbebas dari bahan-bahan yang dapat merusak campuran beton, seperti bahan organik, lempung, dan lain-lain.

Syarat mutu agregat halus (pasir) untuk campuran beton menurut *SK SNI S – 04 – 1989 – F,* yaitu sebagai berikut:

1) Bentuknya tajam, kuat dan keras.
2) Bersifat kuat, tidak mudah pecah atau hancur karena efek dari cuaca
3) Sifat kuat, apabila diuji dengan larutan garam sulfat adalah sebagai berikut:
    a) Jika diuji dengan Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 12%
    b) Jika diuji dengan Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 10%.
4) Kadar lumpur pada agregat kasar harus lebih kecil dari 5 %. Apabila lebih dari 5 % maka kerikil harus dicuci.
5) Agregat halus harus bebas dari kandungan zat organik dan bahan alkali yang dapat merusak beton. Pada saat dilakukan perendaman

larutan 3% NaOH, warna cairan di atas endapan harus lebih cerah dari cairan pembanding.

6) Harus mempunyai variasi gradasi yang baik, sehingga dapat mengurangi rongga dalam campuran. Interval modulus kehalusan yaitu antara 1,5 – 3,8 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut:
   a) Agregat yang tertahan pada ayakan 4,8 mm, maksimal 2 % dari berat.
   b) Agregat yang tertahan pada ayakan 1,2 mm, maksimal 10 % dari berat
   c) Agregat yang tertahan pada ayakan 0,30 mm, maksimal 15 % dari berat
   d) Agregat harus bebas dari kandungan garam.

Tabel 2.1 Batas Gradasi Agregat Halus (*Sumber : Christa Anjelica, dkk 2019*)

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan jenis agregat halus			
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4,9	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	71-100	85-100	59-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15;34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	1-15



Gambar 2.2. Agregat Halus (Pasir)

Sumber :Dokumentasi Bahan Penelitian

2. Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesi *(adhesive)* dan kohesif *(cohesive)* yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Fungsi utama semen adalah untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa yang kompak atau padat dan mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat Semen Portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan alumunium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu (Nawy, 1998).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI-15-2049-2004, semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak *(clinker) portland* terutama yang terdiri dari kalsium silikat ($CaO.SiO_2$) yang bersifat hidrolis dan di giling bersama – sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat ($CaSO_4.H_2O$) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

1) Bahan baku pembuatan semen *portland*

Semen *Portland* terbentuk dari oksida-oksida utama yaitu : Kapur (CaO), Silika (SiO_2), Alumina (Al_2O_3), Besi (Fe_2O_3). Bahan baku oksida-oksida tersebut diperoleh dari:

a) Batu kapur kalsium ($CaCO_3$), setelah proses pembakaran terjadi akan menghasilkan kapor oksida (CaO).
b) Tanah liat yang mengandung oksida Silika (SiO_2), Alumina (Al_2O_3), Besi (Fe_2O_3).
c) Pasir kuarsa atau batu silica untuk menambah kekurangan SiO_2.
d) Pasir besi untuk menambah kekurangan Fe_2O_3.

2) Jenis-jenis semen *Portland*

Menurut standar yang diterbitkan oleh BSN berikut ini adalah standar semen portland beserta nomor SNI nya:

a) Semen portland SNI 15 2049 2004
b) Semen masonry SNI 15 3758 2004
c) Semen portland putih SNI 15 0129 2004
d) Semen portland pozzolan SNI 15 0302 2004
e) Semen portland komposit SNI 15 7064 2004
f) Semen portland campur SNI 15 3500 2004

Sedangkan SNI 15 2049 2004 semen portland dan ASTM C150 membagi kembali semen menjadi beberapa tipe, yaitu:

a) Semen tipe I, yaitu semen untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan- persyaratan khusus seoerti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

b) Semen tipe II, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.

c) Semen tipe III, yaitu seme Portland yang dalam penggunannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikat terjadi.

d) Semen tipe IV, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.

e) Semen tipe V, yaitu semen Portland yang dalam penggunannnya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat. (Samekko Wuriyani, 2001.



Gambar 2.3. Semen
Sumber: Dokumentasi Bahan Penelitian

3. Air

Air adalah bahan dasar dalam pembuatan beton dan sangat berpengaruh terhadap hasil campuran beton, karena air diperluhkan dalam proses reaksi kimia semen dan membentuk pasta semen untuk mengikat agregat. Apabila beton kelebihan air maka akan terjadi *bleeding* (air dan

semen naik ke permukaan campuran beton segar setelah dituang).(Mahendra, Y. I, Gardjito. E, Ridwan. A, 2021).

Penambahan air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton. Air yang tidak memenuhi syarat mutu, kekuatan beton pada umur 7 hari atau 28 hari tidak boleh kurang dari 90% jika dibandingkan dengan kekuatan beton yang menggunakan air standar/suling. Menurut SNI 03-6861.1-2002 persyaratan air untuk campuran beton adalah:

a) harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual,
b) tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter,
c) tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton (asam-asam, zat organik, dan lain-lain),
d) kandungan klorida (Cl) < 0.50 gram/liter, dan senyawa sulfat < 1 gram/liter sebagai SO3,
e) bila dibandingkan denga kekuatan tekan adukan beton yang menggunakan air suling, maka penurunan kekuatan beton yang menggunakan air yang diperiksa tidak lebih dari 10%, dan
f) khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat diatas air mengandung klorida lebih dari 0.05 gram/liter. Untuk air yang digunakan sebagai perawatan beton, dapat digunakan air yang digunakan pada saat

pengadukan. Namun air tersebut adalah air yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan agar permukaan beton tetap sedap dipandang.

4. Spesifikasi bahan tambahan untuk beton (*SNI 03-2495-1991).*

Bahan tambahan adalah suatu bahan berupa bubukan atau cairan, yang dibubuhkan ke dalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk merubah beberapa sifanya (*SNI 03-2495-1991).*

Adapun jenis-jenis bahan tambahan berdasarkan *SNI 03-2495-1991*, yaitu sebagai berikut:

1) Bahan tambahan tipe A *(Water-Reducing Admixtures)*, adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan
2) Bahan tambahan tipe B *(Retarding Admixtures)*, adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk memperlambat waktu pengikatan beton.
3) Bahan tambahan tipe C *(Accelerating Admixtures)*, adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mempercepat waktu pengikatan dan menambah kekuatan awal beton.
4) Bahan tambahan tipe D *(Water Reducing and Retarding Admixtures)*, adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton.
5) Bahan tambahan tipe E *(Water Reducing and Accelerating Admixtures)*, adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah

air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah diterapkan dan juga untuk mempercepat waktu pengikatan serta menambah kekuatan a wal beton.

6) Bahan tambahan tipe F *(Water Reducing High Range Admixtures)*, adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah diterapkan.

7) Bahan tambahan tipe G *(Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*, adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton.

Tabel 2.3 Persyaratan fisis bahan tambahan untuk beton *Sumber: SNI 03-2495-1991*

NO	MACAM PENGUJIAN	TIPE						
		A	B	C	D	E	F	G
1	Kadar air, maks terhadap perbandingan (%) waktu pengikatan penyiMPanan yang diperbolehkan terhadap pembanding, menit.	95			95	95	88	88
	a. Waktu pengikat awal:							
	- Minimum	-	60 mnt lebih lambat	60 mnt lebih cepat	60 mnt lebih lambat	60 mnt lebih cepat		60 mnt lebih lambat
	- Maksimum	60 mnt lbh cpt dan juga 90 mnt lbh lambat	210 mnt lebih lambat	210 mnt lbh cepat	210 mnt lebih lambat	210 mnt lebih cepat	60 mnt Lebih cepat & juga 90 mnt lebih lambat	210 mnt lebih lambat
	b. waktu peng ikat akhir:							
	- Minimum	-		60 mnt lebih	-	60 mnt lebih	-	-

				cepat		cepat		
	- Maksimum	60 mnt Lebih cepat & juga 90 mnt lebih lambat	210 mnt lebih lambat	-	210 mnt lebih lambat		60 mnt Lebih cepat & juga 90 mnt lebih lambat	210 mnt lebih lambat
3	Kuat tekan, minimum terhadap pembanding (%)1)							
	1 hari	-	-	-	-	-	140	125
	3 hari	110	90	125	110	125	125	125
	7 hari	110	90	100	110	110	115	115
	28 hari	110	90	100	110	110	110	110
	6 bulan	100	90	90	100	100	100	100
	1 tahun	100	90	90	100	100	100	100
4	Kuat lentur, minimum terhadap (%)1)							
	3 hari	100	90	110	100	110	110	110
	7 hari	100	90	100	100	100	100	100
	28 hari	100	90	90	100	100	100	100
5	Perubahan panjang maksimum penyusutan 2)							
	a. penambahan diatas pembanding	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	b. penambahan diatas pembanding	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010

1) Angka-angka yang tercantum merupakan perbandingan (%) antara beton yang memakai bahan kimia tambahan dengan beton pembanding.

2) Apabila perubahan panjang dari pembanding umur 14 hari > 0,030% digunakan 5a, apabila perubahan panjang dari pembanding pada umur 14 hari > 0,030% digunakan 5b.

5. Material alternatif

Penambahan material alternatif dimaksudkan untuk memperbaiki sifat karakteristik beton, serta difungsikan sebagai bahan tambah ataupun bahan

pengganti material dasar pada pembuatan beton. Adapun material alternatif yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

a) Serat ijuk

Serat ijuk adalah serat alam yang mungkin hanya sebagian orang mengetahui kalau serat ini sangatlah istimewa di banding dengan serat lainya, serat berwarna hitam yang dihasilkan dari pohon aren memiliki banyak keistimewaan, keistimewaan tersebut antara lain;

1. Tahan lama hingga ratusan bahkan ribuan tahun lebih.
2. Tahan terhadap asam dan garam air laut. Persyaratan serat ijuk sebagai campuran beton harus memiliki sifat-sifat berikut ini :
    a. Kekuatan tarik-serat harus lebih kuat dari matriks, karena pada beban efektif jumlah serat yang khas dalam komposit, 1 - 5% volume, jauh lebih sedikit dibandingkan daerah yang sesuai untuk matriks 95-99%.
    b. Daktilitas atau elongasi - serat harus mampu menahan tegangan jauh melebihi tegangan matriks retak untuk memberikan ketangguhan signifikan
    c. Modulus elastisitas - semakin tinggi modulus elastisitas serat relatif terhadap matriks, semakin besar proporsi beban yang dibawa oleh serat dalam komposit sebelum retak, dan kurang tegangan komposit setelah matriks telah retak ketika serat membawa semua beban.
    d. Elastisitas - serat yang tidak benar-benar elastis dan bukannya cenderung menyusut pada suhu normal atau tinggi cenderung

mengalami tegangan relaksasi dalam komposit dimuat sebelum retak dan waktu regangan bergantung setelah retak, baik yang mengurangi efektivitas serat.



Gambar 2.4. pohon aren
Sumber: Dokumentasi Pribadi

b. Sika Visconcrete

Bahan tambahan *plasticizer* ialah bahan selain unsur pokok beton (semen, air , dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Bahan tambahan *plasticezer* ini digolongkan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan *workability*, dimana dengan menggunakan bahan tambahan ini kadar air beton dapat dikurangi tanpa kehilangan *workabilitas* (kemudahan pengerjaan). Oleh karenanya bahan ini di klarifikasikan secara umum sebagai bahan tambahan untuk mereduksi air. Bahan tambahan *plasticizer* ini bermanfaat pada beton segar yang ingin dirubah sifatnya karena alasan tertentu, tetapi tidak dapat di modifikasi dengan merubah proporsi dari komposisi campuran beton normalnya untuk membuat campuran yang kaku menjadi lebih elastis, dimana di butuhkan kekuatan yang tingi dalam hubungannya dengan *workabilitas* yang baik.

Merencanakan campuran beton dengan metode ACI *(American Concrete Institute*). Dengan desain sebagai berikut campuran I adalah beton normal, campuran II adalah penambahan *plasticizer* 0,1% tanpa mengurangi air, campuran II adalah penambahan *plasticizer* 0,1% dan mengurangi air 2,5%, campuran IV adalah penambahan plasticizer 0,2% dan mengurangi air 5%, campuran V adalah penambahan *plasticizer* 0,4% dan mengurangi air 10%



Gambar 2.5. *sika visconrate*
Sumber: Dokumentasi Pribadi

6. Kuat Tekan (*SNI 1974-2011)*

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

Kuat tekan menjadi penentu mutu dan kualitas beton, yang dihasilkan dari pencampuran antara agregat, semen, dan air. Pembuatan beton baru dikatakan

berhasil apabila beton mencapai kuat tekan yang telah ditentukan atau direncanakan dalam *mix design* (Wimaya et al., 2020).

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

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

Keterangan:

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

P : Beban yang bekerja (kg)

A : Luas penampang benda (cm^2)



Gambar 2.6. Pengujian Kuat Tekan Pada Beton
Sumber : Dokumntasi contoh pengujian kuat tekan beton

7. Kuat Tarik Belah Beton

Kekuatan tarik beton lebih rendah dari kekuatan tekan beton karena hanya sekitar 10-15 % dari kekuatan tekannya, hal ini disebabkan oleh adanya retak-retak halus pada beton. Retakan ini hanya berpengaruh pada kuat tarik beton akan tetapi tidak berpengaruh pada kuat tekan beton, karena ketika beton menerima beban tekan maka retakan tersebut akan menutup dan

akan terjadi penyebaran tekanan. Pengujian kuat tarik pada beton dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tarik dan pengujian dilakukan di laboratorium (Aryatnie, 2021).

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

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

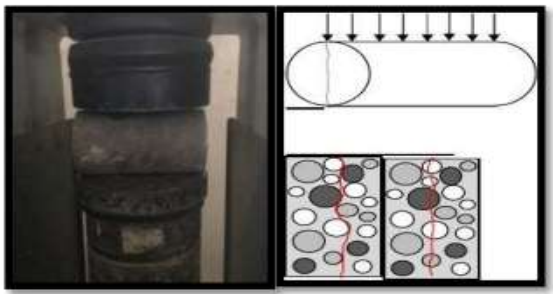
Keterangan:

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

P : Beban maksimum pada waktu belah (N)

L : Panjang benda uji silinder (mm)

D : Diameter benda uji silinder (mm)



Gambar 2.7. Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Pola Retak
Sumber :(Dewi et al., 2020)

8. Kuat tarik lentur

kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumb benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 03-4431-1997).Sebuah balok yang diberi beban akan mengalami deformasi, dan oleh sebab itu timbul momen-momen lentur sebagai perlawanan dari

material yang membentuk balok tersebut terhadap beban luar. Tegangan yang timbul selama mengalami deformasi tidak boleh melebihi tegangan lentur ijin untuk bahan dari beton itu. Momen eksternal harus ditahan oleh bahan dari beton, dan harga maksimum yang dapat dicapai sebelum balok mengalami keruntuhan atau patah sama dengan momen penahan internal dari balok.

Rumus kuat Tarik Lentur adalah sebagai berikut:

$$f'sp = \frac{3\,Ph}{bh^2} \quad \text{.....} \quad (3)$$

dimana :

fr = Kuat Tarik Lentur [MPa]

P = Beban pada waktu lentur [kN]

a = Jarak dari perletakan ke gaya [mm]

b = Lebar penampang balok [mm]

h = Tinggi penampang balok [mm]

B. Kajian hasil penelitian terdahulu

Penelitian tentang penggunaan serat ijuk dan *plasticezer* dalam pembuatan beton telah banyak dilakukan dan menggunakan cara yang berbeda-beda serta hasil yang berbeda pula. Berikut adalah penjelasan singkat tentang penelitian-penelitian tersebut :

1. Berdasarkan penelitian yag dilakukan oleh Sri Umiati, Rendy Thamrin, Neli Harti, (Tahun 2019) tentang pengaruh penambahan superplaslicizer terhadap kuat tekan beton, Pada penelitian ini Super Plasticizer yang dipakai adalah dengan merek Sika Viscocrete-10 sebanyak 1 % dari berat semen. Mutu beton yang dicoba pada penelitian adalah fc' 30 MPa, fc' 35 MPa, fc' 40 MPa,fc' 50 MPa. Slump beton segar sebesar 18 ± 3 cm. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa Super Plasticizer yang dimasukkan kedalam adukan beton segar, meningkatkan slump sehingga tercapai 18 cm pada adukan beton segar fc' 30 MPa , 20 cm pada fc' 35 MP a , I 8 cm pada fc' 40 MP a dan 18 cm pada fc' 50 MPa. Pengurangan air adukan sebesar 16, 1% untuk beton fc' 30 MPa, 23% untuk beton fc' 35 MPa, 31 % untuk beton fc' 40 MPa dan 32,8% untuk beton fc' 40 MPa. Kekuatan beton meningkat dibandingkan dengan beton tanpa penambahan Super Plasticizer. Peningkatan kuat tekan sebesar 14.16 % untuk fc' 30 MPa, sebesar 41.74 % untuk fc' 30 MPa, sebesar 53.68 % untuk fc' 30 MPa; dan sebesar 43.53 % untuk fc' 50 MPa.
2. Pengaruh Dan Perbandingan Serat ljuk Lokal Bali Dengan Serat ljuk Lombok Pada Campuran Beton Normal Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Selah Seton, adalah judul penelitian yang dilakukan oleh I Nengah Suardana, I Gusti Made

mengetahui penggunaan serat ijuk bali dan serat ijuk lombok scbagai bahan campuran beton, dengan variasi penambahann 0%, I %,2%,%.4%.dan 5%.untuk hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan kuat tekan pada variasi 2% yaitu sebesar 20.426 MPa terjadi peningkatan sebesar 5.47% (ljuk Bali), untuk serat (ljuk Lombok) terjadi peningkatan nilai kuat tekan sebcsar 21.06 MPa terjadi peningkatan sebesar 2.48%, dan di prosentasa 3%, 4%. dan 5% mengalami penurunan nilai kuat tekan, Sedangkan untuk kuat tarik belah mengalami peningkatan di presentase 2% yaitu sebesar 1.91 MPa terjadi peningkatan sebesar 11.59 % (ljuk Bali), dan penambahan serat (Ijuk Lombok) nilai tertinggi terjadi di presentase 3% yaitu scbesnr I. 91 MPa peningkatan sebesar 11.31 % dari beton normal.

3. Dalam penelitian yang di lakukan oleh Johan Oberlyn dan Santo Lubis (tahun 2022) dengan judul pengaruh penambahan serat bambu terhadap kuat tekan beton. Dalam penelitian ini yang dilakukan adalah penggantian sebagian semen dengan serat bambu. Tujuan digunakannya serat bambu untuk mengetahui kuat tekan beton. Oleh karena itu peneliti membuat variasi serat bambu de ngan 0,25%, 0.5% dan 0,75% dengan panjang serat 2 cm. Beton direncanakan dengan proporsi campuran (1 : 2 : 3) dengan faktor air semen 0,5. Dari hasil yang peneliti lakukan didapatkan hasil nilai *slump* adalah beton sebesar 12 cm, serat bambu 0,25% beton sebesar 11 cm serat bambu 0.5% beton sebesar 10,5 dan serat bambu 0,75% 10 cm. Hasil pengujian kuat tekan beton yang dilakukan ketika beton berumur 28 hari memperhatikan bahwa kuat tekan normal tanpa serat bambu sebesar 21,89

MPa dengan serat bambu 0,25% adalah 20,76 MPa, beton dengan serat bambu 0,5% adalah sebesar 19,25 MPa dan beton pada serat bambu 0,75% adalah sebesar 17,93 MPa.

4. Penelitian lainnya juga di lakukan oleh Maria Febrianty Tandiaju, Junus Mara,Suryanti Rapang Tonapa , tentang pengaruh *plasticezer* terhadap kuat tekan dan tarik beton (tahun 2021). *Sika Viscocrete* 1003 adalah *superplasticezer* untuk campuran beton yang berbentuk cairan yang mampu meredakan pemakaian air sehingga meningkatkan kekuatan beton yang dimana pemakaian *superplasticezer* ini berupaya memperbaiki campuran beton dalam kondisi lebih mudah untuk di padatkan (*workability).*Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh peningkatan *plasticizer* terhadap kuat tekan dan tarik beton serta segregasi material pada saat pencampuran beton segar, pada variasi penambahan *plasticizer* sebesar 0,3%, 0,4%, dan 0,5% dari berat semen. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder ukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 27 buah. Metode yang digunakan dalm perencanaan batch beton adalah metode ACI 211.1-98. Dari hasil penelitiaannya menunjukkan bahwa penambahan *plasticizer* hingga 0,5% pada campuran beton normal tidak signifikan berpengaruh terhadap peningkatan kuat tekan dan tarik beton, begitu juga terhadap hasil pemerikasaan segregasi material pada beton segar menunjukkan nilai slump yang rendah. Presantase kenaikan maksimum kuat tekan beton sebesar 5% dengan penambahan variasi *plasticizer* dari 0,3% ke 0,5%. Sedangkan kuat

tarik beton mengalami peningkatan sebesar 7,2% dengan variasi penambahan *plasticezer* yang sama.

5. Devi Oktarina , Olyvia Ayu , dan Edi Purwanto telah melakukan penelitian dengan judul pengaruh penambahan serat kawat bendrat terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah (tahun 2018), tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui dan mempelajari tentang pengaruh volume fraksi serat kawat bendrat pada kuat tekan dan kuat tarik beton. Benda uji yang digunakan terdiri atas 24 silinder beton serat ukuran 15 cm x 30 cm untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton.Serat yang digunakan adalah serat lokal (dari potongan potongan kawat bendrat dengan lf/df 60), nilai volume fraksi serat 0%, 0 ,2%, 0,4%, dan 0,6%serta penambahan *superplasticezer* sebesar 0,4% dari berat semen untuk masing masing volume fraksi. Waktu pengujian dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat kawat bendrat pada adukan beton mengurangi tingkat kelecekan(*workability*) adukan beton. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa adanya peningkatan kuat tekan dan kuat tarik pada beton serat kawat bendrat volume fraksi 0,4% peningkatan kuat tekan beton di capai volume fraksi 0,4% sebesar 20,8132% dengan nilai 30,40243 MPa dan kuat tarik beton di capai pada volume fraksi 0,4% sebesar 3,24% dengan nilai 2,9227 MPa.
6. Pemanfaatan serat ijuk dan *sekacim concrete additive* sebagai bahan tambah pada campuran beton ditinjau dari kuat tarik belah adalah judul penelitian dari Delva Enzelya dan Adela Lubis (tahun 2020). Penelitian ini mencoba

menggunakan serat ijuk sebesar 4%, 5%, dan 6% dari berat semen, sedangkan *sikacim concrete additive* yang digunakan sebesar 0,8% dari berat semen. Dimensi benda uji yang digunakan adalah silinder berukuran 15 x 30 cm pada umur 28 hari, dengan nilai *slump* 60-180 cm. Rancangan campuran menggunakan metode SNI 03-2834-2000 setiap variasi dibuat 3 benda uji, sehingga jumlah keseluruhan 12 buah benda uji. Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tarik belah beton. Dari hasil penelitian beton normal memperoleh kuat tarik belah sebesar 3,52 MPa , beton dengan campuran serat ijuk 4% dan *sekacim concrete additive* 0,8% sebesar 3,68 MPa, beton dengan campuran serat ijuk 5% dan *sekacim concrete additive* 0,8% sebesar 4,09 MPa, beton dengan campuran serat ijuk 6% dan *sekacim concrete additive* 0,8% sebesar 5 MPa. Hasil kuat tarik belah beton optimum terjadi pada beton dengan campuran serat ijuk 6% dan *sekacim concrete additive* 0,8% yaitu sebesar 5 MPa.

7. Penelitian yang dilakukan oleh Fransisco Faldo, dan Mahfuz Hudori (Tahun 2021) tentang pengaruh efektifitas penggunaan serat Polypropylene terhadap kuat Tekan beton normal, bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat polypropylene terhadap kuat tekan pada beton normal dan mencari atau mengetahui komposisi kandungan serat polypropylene yang menyebabkan kuat tekan beton yang optimum. Berdasarkan hasil tes yang dilakukan didapatkan hasil dari pengujian beton campuran terdiri dari beton campuran serat polypropylene 1%, 2% dan 3%. Pada beton 1% umur 7-28 hari

mengalami penurunan kuat tekan beton yakni 438.86 kg/cm dengan persentase 91%. Sedangkan beton 2% mengalami peningkatan yakni 505.70 kg/cm dengan persentase I 05%, dan beton 3% mcngalami penurunan yakni 330.3 I kg/cm2 dengan persentase 69%.

8. Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton adalah judul penelitian yang di Jakukan oleh Purwanto, Diah Rahmawati, Sutamo (Tahun 2021),penelitian ini di Jakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh serat sabut kelapa terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton , maka dibuat beton dengan campuran beton serat sabut kelapa dengan panjang serat 2 cm dengan mutu beton 20 MPa dengan prosentase penambahan serat sebesar 0%, 1 %, dan 2% dari volume beton. Pengujian meliputi uji kuat tekan dan uji lentur. Untuk uji tekan beton dengan menggunakan benda uji silinder ukuran 15x30 cm. Sedangkan untuk uji lentur dengan menggunakan balok beton dengan ukuran 15x15x60 cm. Hasil pengujian diperoleh kuat tekan beton rata-rata untuk balok serat sabut kelapa 0% sebesar 237,7 9 kg/cm2, balok serat sabut kelapa 1% sebesar 228 73 ,kg/cm2, balok serat sabut kelapa 2% sebesar 212,88 kg/cm2. Dari hasil tersebut menunjukkan adanya penurunan kuat tekan beton, untuk penambahan serat sabut 1 % turun 9,06% sedangkan penambahan serat sabut 2o/o turun 24,91 %. Sedangkan kuat lentur rata-rata untuk balok serat sabut kelapa 0% sebesar 19 ,20 kg/cm 2, balok serat sabut kelapa I% sebesar 21,60 kg/cm2, dan balok serat sabut kelapa 2% sebesar 21, 73 kg/cm2. Dari hasil

tersebut menunjukan ada kenaikan untuk Jenturnya, penambahan l % mengalami kenaikan 2,4% dan 2% mengalami kenaikan 2,53%.

9. Penelitian yang dilakukan oleh Prabowo Setiyawan, Djoko Susilo Adhy, dan Muhamad Rusli Ahyar (Tahun 2021) dengan judul Karakteristik Kuat Tekan Campuran Beton dengan tambahan Serat Tembaga dan Serbuk Besi, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah serbuk besi dan serat tembaga pada campuran beton terhadap kuat tekan beton. Pengujian kuat teka n beton dilakukan berdasarkan standar uji SNI 03-1974-1990. Pengujian dilakukan dengan acuan beton normal dengan mutu rencana 20 MPa. Pembuatan sampel benda uji dilakukan dengan cara memberikan variasi penambahan serbuk besi sebesar 2%, 2,5%, dan 3% dan variasi penambahan serat tembaga sebesar 1%, 1,5%, dan 2% dari berat volume beton. Semua sampel diuji ketika umur beton mencapai 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan optimum beton dengan penambahan serbuk besi dan serat tembaga menggunakan variasi serbuk besi 2% dan serat tembaga 2% , mempunyai kuat tekan 22,702 MPa dengan kenaikan 0,403% dari beton normal.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif, yaitu penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan data melalui beberapa pengujian kemudian mendapatkan hasil kesimpulan dalam bentuk angka. Pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah pada beton. Dari hasil penelitian yang akan dilakukan terhadap pengujian beton diharapkan mampu memberikan informasi mengenai penambahan serat ijuk dengan menggunakan bahan tambah *plasticizer* terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi dan waktu penelitian dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian

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

2. Waktu penelitian

Durasi penelitian ini sampai dengan pemyusunan tugas akhir di selenggarakan selama 4 (empat) bulan, proses penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Mei-Juli 2023. Adapun alokasi waktu untuk setiap tahapan penelitian diuraikan dalam time skedjule sebagai berikut:

Tabel 3.1 Jadwal pelaksanaan penelitian

NO	JENIS KEGIATAN	Alokasi waktu			
		Mei 2023	Juni 2023	Juli 2023	Agustus 2023
1	Studi literature				
2	Persiapan laboratorium				
3	Pengujian bahan dasar				
4	Pembuatan benda uji				
5	Uji kuat tekan beton				
6	Uji kuat tarik beton				
7	Analisa hasil pengujian				

C. Alat dan Bahan Penelitian

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

1. Alat penelitian

a) Saringan

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

b) Saringan dengan nomor berturut-turut 56,25 mm (No.1 ½), 37,50 mm (No. 1), 19,05 mm (No. 3/4), 9,60 mm (No. 3/8), 4,75 mm (No. 4) yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar untuk mengetahui gradasi agregat kasar (kerikil).

c) Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengetahui berat bahan campuran yang akan digunakan dalam campuran beton.

d) Gelas ukur

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

e) Piknometer

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

f) Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur semua dimensi benda uji

g) Oven

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

h) Mesin aduk beton

Mesin aduk beton digunakan untuk mengaduk bahan penyusun beton

i) Kerucut *abrams.*

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

j) Penggaris

Penggaris di gunakan untuk mengukur nilai slump.

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

k) Batang baja

Batang baja digunakan untuk memadatkan adukan beton.

l) Mesin uji tekan

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

m) Mesin Los Angeles

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

2. Bahan penelitian

a) Semen

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

b) Agregat

1. Agregat halus yang digunakan berupa pasir yang berasal dari Sungai Lasape Kabupaten Pinrang.
2. Agregat kasar yang digunakan berupa kerikil yang berasal dari Kabupaten Pinrang.

c) Air

Air yang dig unakan dalam penelitian ini adalah air Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare

d) *Sika visconcrete*

Sika Visconcrate yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *sika visconcrate* dengan kemasan ukuran 5 liter.

e) Serat Ijuk

Serat ijuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat yang berasal dari kabupaten pinrang .

D. Prosedur dan Rancangan Penelitian

1. Tahapan pemeriksaan

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

a) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

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

1) Agregat di timbang dengan berat yang telah ditentukan (pasir seberat 1000 gram dan kerikil seberat 2000 gram).
2) Agregat kemudian di rendam selama $\pm$ 24 jam.
3) Setelah direndam selama $\pm$ 24 jam, agregat kemudian dikeringkan hingga mencapai keadaan kering permukaan. Untuk mengetahui apakah kondisi sudah tercapai pada pasir dilakukan dengan cara pasir dimasukkan kedalam kerucut yang diletakkan ditempat rata, kemudian dimasukkan 1/3 bagian, kemudian padatkan dengan cara ditumbuk sebanyak 8 kali begitu pula dengan lapisan ke 2 (dua), dan untuk lapisan ke 3 (tiga) ditumbuk sebanyak 7 kali.

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

b) Pemeriksaan kadar organik agregat halus

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

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

c) Pemeriksaan keausan agregat kasar

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

1) Kerikil ditimbang seberat 2000 gram, kemudian dicuci dan dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu 110℃.

2) Masukkan kerikil kedalam mesin *Los Angeles Abrassion Machine* beserta bola baja kemudian tekan tombol start.
3) Keluarkan agregat dari dalam mesin, kemudian saring menggunakan saringan No. 12.

d) Pemeriksaan kadar air agregat

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

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

e) Pemeriksaan kadar lumpur agregat

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

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

2. Tahapan pembuatan benda uji

a. Pemeriksaan material campuran beton

1) Timbang material campuran beton, yaitu semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), material tambahan (serat ijuk dan *plasticezer)* dan air sesuai dengan berat yang telah ditentukan dalam rancangan campuran beton. Mempersiapkan peralatan-peralatan yang dibutuhkan dalam pencampuran beton.

b. Pencampuran beton

1) Masukkan air kedalam mesin *mixer* sebanyak 80 % dari yang telah ditentukan kemudian masukkan juga semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), material tambahan (serat ijuk dan *plasticezer)*
2) Lalu nyalakan mesin *mixer* agar adonan tercampur merata.
3) Masukkan sedikit demi sedikit sisa air yang tadi ke dalam mesin yang berputar dengan tidak kurang dari 3 menit sampai airnya habis.
4) Jika campuran sudah matang (tercampur merata), mesin *mixer* kemudian dimatikan dan campuran beton dituang ke wadah.
5) Setiap variasi percobaan dilakukan pengadukan sebanyak 1 (satu) kali dan setiap pengadukan dilakukan pengujian nilai slump.

c. Pemeriksaan nilai slump

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

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

d. Pembuatan benda uji

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

3. Tahapan perawatan beton

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

4. Tahapan pengujian

a. Kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan pada beton memiliki tujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai kuat tekan pada beton dengan umur beton rencana yaitu 7,14, dan 28 hari.

Langkah-langkah yang harus dilalui dalam pengujian kuat tekan beton, adalah sebagai berikut:

1) Benda uji terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.
2) Benda uji diletakkan pada Universal Testing Machine.
3) Mesin Universal Testing Machine dihidupkan kemudian benda uji akan mendapatkan beban gaya untuk mengetahui besarnya nilai kekuatan tekan pada benda uji.
4) Pada saat benda uji mencapai beban maksimum benda uji akan retak atau bahkan pecah, jarum manometer akan berhenti.

b. Kuat tarik belah beton

Pengujian kuat tarik belah pada beton bertujuan untuk mengetahui berapa besar nilai kuat tarik belah pada beton dengan umur beton rencana yaitu 28 hari.

Pada pengujian kuat tarik belah beton, langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1) Benda uji terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.
2) Benda uji diletakkan secara horizontal di atas pelat mesin Universal Testing Machine.
3) Mesin Universal Testing Machine dihidupkan kemudian benda uji akan mendapatkan beban gaya untuk mengetahui besarnya nilai kekuatan tarik pada benda uji
4) Pada saat benda uji mencapai beban maksimum benda uji akan retak atau bahkan pecah, jarum manometer akan berhenti.

Jumlah sampel untuk semua variasi campuran beton yang direncanakan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 30 buah. Setiap variasi campuran akan dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.2 berikut: Jumlah Benda Uji Kuat Tekan beton

NO	Variasi Campuran Beton	Umur Hari			Total (Buah)
		7	14	28	
1	BETON NORMAL	3	3	3	9
2	SI 3% + SV	3	3	3	9
3	SI 5% + SV	3	3	3	9
4	SI 7% + SV	3	3	3	9
Total					36 Buah

Tabel 3.3 berikut: Jumlah Benda Uji Kuat Tarik beton

NO	Variasi Campuran Beton	Umur Hari	Total (Buah)
		28	
1	BETON NORMAL	3	3
2	SI 3% + SV	3	3
3	SI 5% + SV	3	3
4	SI 7% + SV	3	3
Total			12 Buah

Tabel 3.4 berikut: Jumlah Benda Uji Kuat Lentur beton

NO	Variasi Campuran Beton	Umur Hari	Total (Buah)
		28	
1	BETON NORMAL	2	2
2	SI 3% + SV	2	2
3	SI 5% + SV	2	2
4	SI 7% + SV	2	2
Total			8 Buah

Keterangan:

PLZ : *Plasticezer*

SI : Serat Ijuk

E. Teknik Pengumpulan Data

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

1. Data primer

Data primer diperoleh dari beberapa hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut:

a) Analisis saringan agregat.
b) Berat jenis dan penyerapan agregat
c) Pemeriksaan keausan (kerikil) dan pemeriksaan kadar organik (pasir)
d) Pemeriksaan berat volume agregat.
e) Pemeriksaan kadar air agregat.
f) Pemeriksaan kadar lumpur agregat
g) Perbandingan dalam campuran beton *(Mix design).*
h) Kekentalan adukan beton segar *(Slump test).*
i) Uji kuat tekan beton.
j) Uji kuat tarik belah beton.

2. Data sekunder

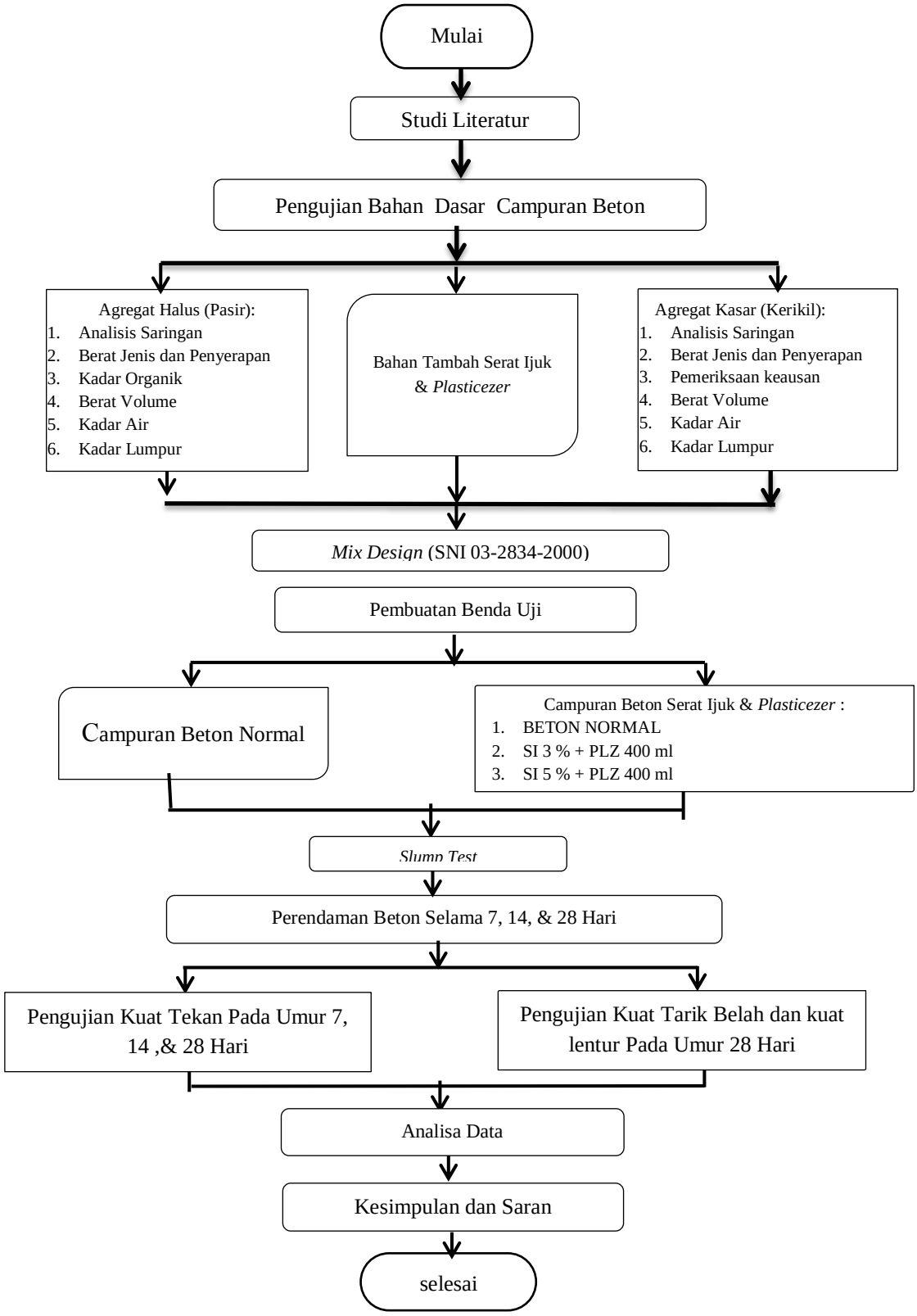
Data sekunder diperoleh dari berbagai referensi yang memiliki kaitan dengan penelitian yang dilakukan, baik itu dari Standar Nasional Indonesia, buku-buku atau penelitian terdahulu yang dapat menunjang penelitian yang dilakukan, ataupun informasi dari dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Parepare.

F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu data yang dihasilkan dari pengujian dan penelitian akan dikumpulkan kemudian dilakukan analisa data sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan. Data yang diperoleh dari analisis data selanjutnya dibuat grafik atau kurva yang dapat mempermudah dalam menarik kesimpulan. Secara garis besar analisis data yang akan dilakukan yaitu:

1. Analisis data pengujian agregat yang digunakan dalam campuran beton.
2. Analisis data perancangan campuran beton *(Mix Design).*
3. Analisis data uji kuat tekan dan kuat tarik belah pada beton.

G. Bagan Alir



Gambar 3.1. Diagram Alir

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut:

1. Agregat kasar (batu pecah)

Tabel. 4.1 Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar (batu pecah)

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil pengamatan		Nilai Rata-Rata	KET
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 1%	1.0%	0.50%	0.75%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	14.1%	13.8%	14.0%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	1.01%	0.50%	0.76%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1.63	1.60	1.61	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 – 1,9 kg/liter	1.79	1.79	1.79	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4%	3.09%	2.99%	3.04%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 – 3,3	2.99	2.92	2.95	Memenuhi
	b. Bj. Dasar kering	1,6 – 3,3	2.74	2.85	2.71	Memenuhi
	c. Kering permukaan	1,6 – 3,3	2.82	2.76	2.79	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 – 8,0	7.32	6.93	7.12	Memenuhi

Dari hasil pengujian material agregat kasar di atas untuk kadar lumpur 0.75%, keausan 14.0%, kadar air 0.76%, berat volume lepas 1.61 kg/liter, berat volume padat 1.79 kg/liter, absorpsi 3.04%, berat jenis nyata 2.95, berat jenis dasar kering 2.71, berat jenis kering permukaan 2.79, dan modulus kehalusan 7.12. Maka dari hasil pengujian tersebut didapat bahwa agregat kasar (batu alami)

yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton, dapat digunakan karena memenuhi standar yang ditentukan pada SNI 03-2834-2000.

2. Agregat halus (pasir)

Tabel 4.2 Hasil pengujian pada material agregat halus (Pasir Sungai Lasape)

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil pengamatan		Nilai Rata-Rata	KET
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	1.6 %	1.0%	1.30%	Memenuhi
2	Kadar organik	<No. 3	No. 1	No. 1	2	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	3.09%	2.04%	2.57%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.54	1.51	1.53	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 -1,9 kg/liter	1.76	1.76	1.76	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	2%	1.63%	1.81%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 – 3,3	2.39	2.38	2.38	Memenuhi
	b. Bj. Dasar kering	1,6 – 3,3	2.28	2.29	2.28	Memenuhi
	c. Kering permukaan	1,6 – 3,3	2.33	2.33	2.33	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50– 3,80	3.31	3.28	3.29	Memenuhi

Dari hasil pengujian material agregat kasar di atas untuk kadar lumpur 1.30%, kadar organik No. 2, kadar air 2.57%, berat volume lepas 1.53 kg/liter, berat volume padat 1. 76 kg/liter, absorpsi 1.81%, berat jenis nyata 2.38, berat jenis dasar kering 2.28, berat jenis kering permukaan 2.33, dan modulus kehalusan 3.29. Maka dai hasil pengujian tersebut didapat bahwa agregat halus yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton, dapat digunakan karena memenuhi standar yang ditentukan pada SNI 03-2834-2000.

B. Rancangan Campuran Beton (*Mix Design*)

Rancangan campuran beton dihitung berdasarkan *SNI 7656:2012*, yaitu sebagai berikut:

Tabel. 4.3 *Mix design* berdasarkan *SNI 7656:2012* (Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

No	Uraian	Nilai
1	Kuat tekan karakteristik umur 28 hari (fc')	25 Mpa
2	Nilai margin/nilai tambah (M)	8,36 Mpa
3	Kekuatan rata-rata yang hendak dicapai (fcr')	33,36 Mpa
4	Jenis semen (PC)	Jenis I
5	Jenis agregat halus	Alami
6	Jenis agregat kasar	Pecah
7	Faktor air semen (FAS)	0,49
8	Slump (untuk plat, balok, kolom, dinding)	75 - 100 mm
9	Ukuran agregat maksimum	20 mm
10	Daerah gradasi agregat kasar	Zona 1
11	Daerah gradasi agregat halus	Zona 3
12	Berat jenis beton	2350 kg/m^3
13	Kebutuhan air	203,0 liter
14	Kebutuhan semen Portland	411,8 kg/m^3
15	Kebutuhan air + zat aditif	152,2 liter
16	Kebutuhan agregat halus	647,8 kg/m^3
17	Kebutuhan agregat kasar	1088,3 kg/m^3

Maka diperoleh perbandingan antara agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), semen, dan air untuk kebutuhan campuran beton 1 m^3 tanpa menggunakan zat adiktif *(sika visconcrete)*, yaitu

1. Pasir = 647,8 kg/m^3
2. Kerikil = 1088,3 kg/m^3
3. Semen = 411,8 kg/m^3
4. Air = 203,0 liter

Sedangkan untuk perbandingan antara agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), semen, dan air untuk kebutuhan campuran beton 1 m3 dengan menggunakan zat adiktif (*Sika visconcrete*). Penggunaan bahan tambah berdasarkan ASTM C-494/SNI 03-2495-1991 (Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton), bahan tambah yang digunakan dalam campuran beton yaitu jenis E (*Water Reducing and Accelerating Admixtures*), dari berat semen, yaitu:

1. Pasir = 647,8 kg/m^3
2. Kerikil = 1088,3 kg/m^3
3. Semen = 411,8 kg/m^3
4. Air = 152,2 liter

Analisa kebutuhan air, semen, pasir dan kerikil untuk 60 benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan panjang 300 mm, yaitu:

1. Volume 2 silinder $= 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 0{,}15^2 \times 0{,}30$

   $= 0{,}01219\ m^3$

Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan volume silinder sebesar 15%, dengan analisis sebagai berikut:

Volume total 15 silinder = 0,0795 + (15% x 0,0795)

= 0,0795 + 0,0119

= 0.09145 m^3

a. Kebutuhan untuk 15 silinder beton normal adalah :

Air = 0.09145 x 203,0 Kg

= 18,56 Kg

Semen = 0.09145 x 411,8 Kg

= 37,66 Kg

Pasir = 0.09145 x 640,1 Kg

= 58,54 Kg

Kerikil = 0.09145 x 1088,3 Kg

= 99,52 Kg

b. Kebutuhan untuk silinder beton variasi Serat Ijuk 3% dari volume semen + *sika visconcret* dengan pengurangan air 25% adalah :

Berat *sika visconcret* per sampel:

$$= \text{B.}sika\ visconcret \times \frac{(\text{Berat Semen})/3}{40}$$

$$= 225 \times \frac{(37{,}66)/3}{40}$$

$$= 15{,}063 \text{ ml}$$

$$\text{Vol.Serat Ijuk} = \frac{\text{Kebutuhan Serat ijuk}}{\text{Volume Semen}}$$

$$= \frac{3\ \%}{0{,}175}$$

$$= 0{,}0053$$

Berat serat ijuk = volume serat ijuk x berat volume serat ijuk

= 0,0053 x 273,747

= 1,438 Kg

Kebutuhan Serat Ijuk 5 % Dari Volume Semen

$$\text{Vol.Serat Ijuk} = \frac{\text{Kebutuhan Serat ijuk}}{\text{Volume Semen}}$$

$$= \frac{5\ \%}{0{,}175}$$

$$= 0{,}0088$$

Berat serat ijuk = volume serat ijuk x berat volume serat ijuk

= 0,0088 x 273,747

= 2,397 Kg

Kebutuhan Serat Ijuk 7 % Dari Volume Semen

$$\text{Vol.Serat Ijuk} = \frac{\text{Kebutuhan Serat ijuk}}{\text{Volume Semen}}$$

$$= \frac{7\ \%}{0{,}175}$$

$$= 0{,}0123$$

Berat serat ijuk = volume serat ijuk x berat volume serat ijuk

= 0,0123 x 273,747

= 3,357 Kg

c. Untuk penggunaan air terjadi pengurangan di setiap variasi sebanyak 25% dari penggunaan air normal karena adanya penambahan *sika visconcrate*

Berat air = 203,00 m3 x 0,75

= 152,3 kg

Tabel 4.4 *Mix design* kebutuhan bahan material untuk 3 silinder (Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

NO	Variasi Campuran (%)	Semen (Kg)	Kerikil (Kg)	Pasir (Kg)	Air (Kg)	*Sika visconcret* (ml)	Serat ijuk (gr)
1	Normal	7,15	19,85	12,09	3,71	0	0
2	3	7,15	19,85	12,09	2,78	45,189	26,310
3	5	7,15	19,85	12,09	2,78	45,189	43,851
4	7	7,15	19,85	12,09	2,78	45,189	61,391

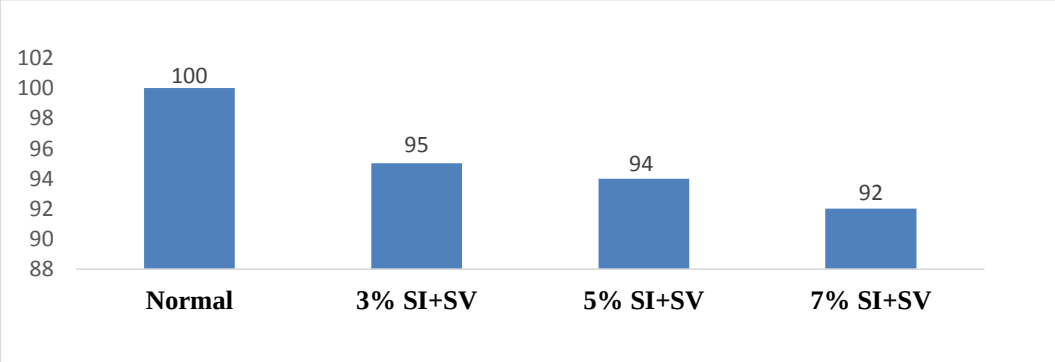
C. Nilai *Slump Test*

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

Tabel 4.5. Hasil pengujian nilai *Slump test* (Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

NO	Variasi Campuran (SI + SV)	Waktu campur (menit)	Slump rencana (mm)	Slump lapangan (mm)
1	Normal (0% + 0%)	± 10	75 – 100	100
2	3% + 45,189 ml			95
3	5% + 45,189 ml			94
4	7% + 45,189 ml			92

Berdasarkan Tabel di atas memberikan penjelasan tentang perbandingan nilai *Slump test* antara beton normal dan beton yang menggunakan variasi campuran serat ijuk dengan bahan tambah *sika visconcrate*. Dimana pada beton normal didapatkan nilai *Slump test* yang memenuhi slump rencana, sedangkan pada penggunaan serat ijuk dengan *sika visconcrate* nilai *Slump test* juga memenuhi slump rencana. Hal ini dikarenakan penambahan *sika visconcrate* dalam campuran yang termasuk zat aditif *(water reducer)* sehingga meningkatkan tingkat *workability* campuran beton yang diperhitungkan pada perencanaan campuran *(Mix Design)*.



Gambar 4.1 Grafik Nilai Hasil Uji *Slump test*

Dari grafik di atas menjelaskan bahwa hasil rekapitulasi nilai slump di dapatkan nillai untuk beton normal sebesar 100 mm, 3% SI+SV sebesar 95 mm, 5% SI+SV sebesar 94 mm dan 7% SI+SV sebesar 92 mm.

D. Kuat Tekan Beton

Setelah melalui beberapa proses yaitu dari tahap pembuatan sampai dengan tahap perawatan benda uji, selanjutnya benda uji tersebut melalui proses pengujian kuat tekan terhadap benda uji tersebut. Pengujian ini dilakukan saat benda uji berumur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dengan menggunakan benda uji

berupa silinder dengan panjang 30 cm dan diameter 15 cm sebanyak 48 buah sampel. Yang terdiri dari beton normal dan 3 variasi campuran serat ijuk yaitu 3%, 5%, dan 7%, dengan bahan tambah berupa *sika visconcrate* seberat 15,061 ml per-variasi. Kemudian setiap benda uji yang akan dilakukan pengujian kuat tekan beton ditimbang terlebih dahulu.

Adapun hasil dari pengujian kuat tekan beton dengan 7,14, dan 28 hari perawatan terhadap beton normal dan 3 variasi campuran serat ijuk dengan bahan tambah berupa *sika visconcrate,* adalah sebagai berikut:

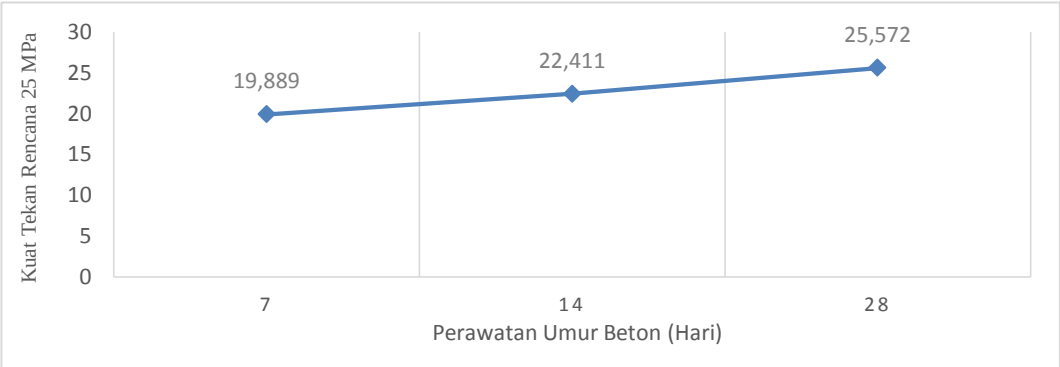
1. Beton normal

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton normal dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.6. Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton normal

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	12,158	237,50	19,889
2	14 Hari	12,255	370,00	22,411
3	28 Hari	12,144	457,70	25,572

Pada uji kuat tekan beton untuk beton normal didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada beton berumur 7 hari sebesar 19,889 MPa, untuk umur 14 hari sebesar 22,411 MPa, dan untuk umur 28 hari sebesar 25,572 MPa, mencapai kuat tekan yang telah direncanakan yaitu fc 25 MPa, dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik pengujian kuat tekan beton normal

Pada grafik diatas dapat dijelasan bahwa beton normal kuat tekan mengalami peningkatan dari beton berumur 7 hari ke beton berumur 14 hari sebesar 12% untuk beton yang berumur 14 hari ke 28 hari meningkat sebesar 14%.

2. Beton + *sika visconcrate*

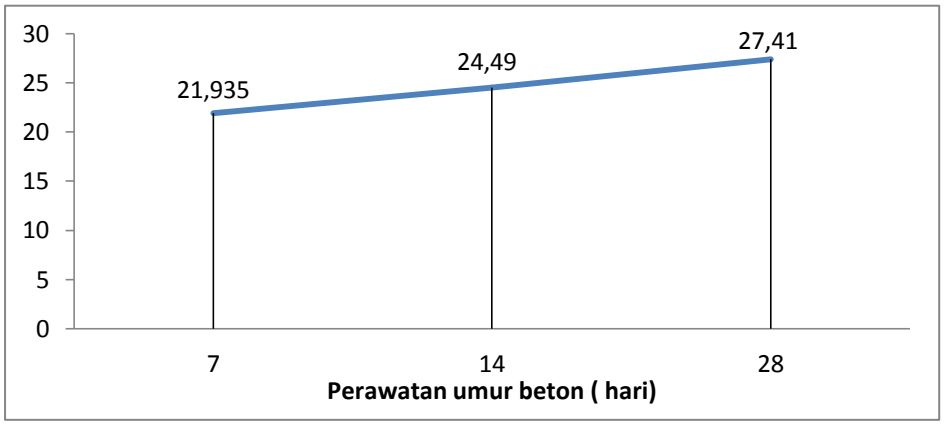
Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton normal dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.7. Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton normal+*sika visconcrate*

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	12,110	237,50	21,935
2	14 Hari	12,175	370,00	24,490
3	28 Hari	12,144	457,70	27,410

Pada uji kuat tekan beton untuk beton normal+*sika visconcrate* didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada beton berumur 7 hari sebesar 21,935 MPa, untuk umur 14 hari sebesar 24,490 MPa, dan untuk umur 28 hari sebesar 27,410 MPa, mencapai kuat tekan yang telah direncanakan yaitu fc 25 MPa, dengan grafik sebagai berikut

:



Gambar 4.3 Grafik pengujian kuat tekan beton normal + *sika visconcrate*

Pada grafik diatas dapat dijelasan bahwa beton normal + *sika visconcrate* kuat tekan mengalami peningkatan dari beton berumur 7 hari ke beton berumur 14 hari sebesar 12% untuk beton yang berumur 14 hari ke 28 hari meningkat sebesar 14%.

3. Variasi 3% serat ijuk + *sika visconcrate*

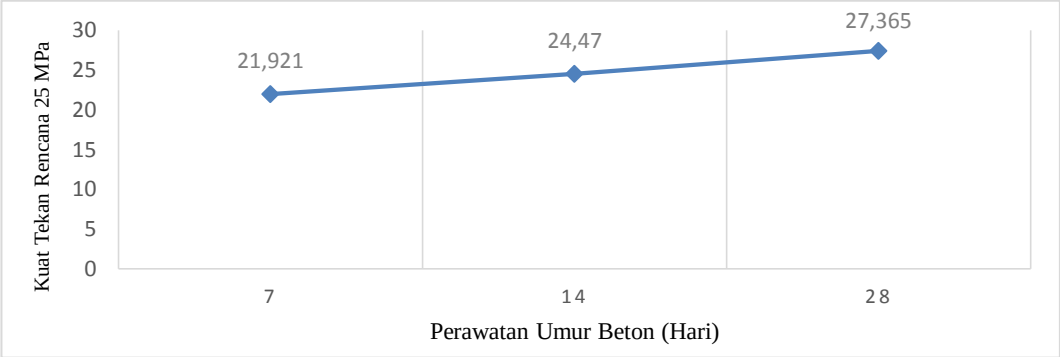
Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton dengan variasi campuran 3% SI+SV dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.8. Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton variasi 3%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	12,208	238,33	21,921
2	14 Hari	12,373	400,00	24,470
3	28 Hari	12,200	467,50	27,365

Pada uji kuat tekan beton untuk beton variasi serat ijuk 3 SI+SV didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada beton berumur 7 hari sebesar 21,921 MPa, untuk umur 14 hari sebesar 24,470 MPa, dan untuk umur 28 hari sebesar

27,365 MPa, mencapai kuat tekan yang telah direncanakan yaitu fc 25 MPa, dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik pengujian kuat tekan beton variasi 3%

Pada grafik diatas dapat dijelasan bahwa beton dengan variasi 3% SI+SV kuat tekan mengalami peningkatan dari beton berumur 7 hari ke beton berumur 14 hari sebesar 11%, untuk beton yang berumur 14 hari ke 28 hari meningkat sebesar 11%.

4. Variasi 5% serat ijuk + *sika visconcrate*

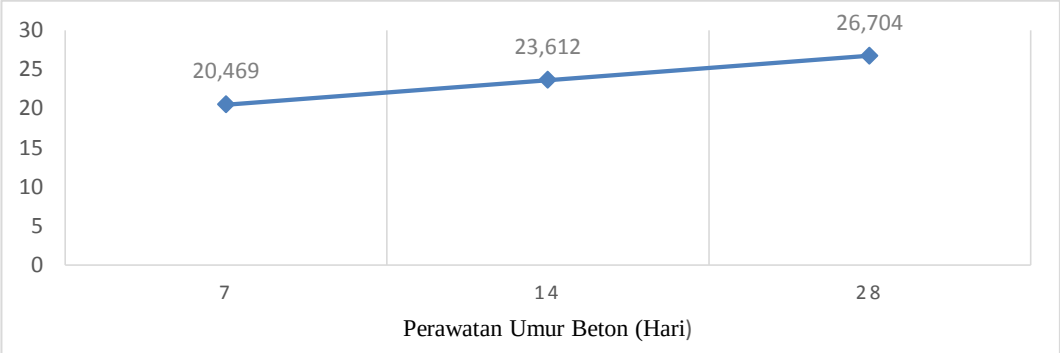
Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton dengan variasi campuran 5% SI+SV dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.9. Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton variasi 5%.

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	12,208	241,67	20,469
2	14 Hari	12,323	403,33	23,612
3	28 Hari	12,287	483,33	26,704

Pada uji kuat tekan beton untuk beton variasi serat ijuk 5% SI+SV didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada beton berumur 7 hari sebesar 20,469 MPa, untuk umur 14 hari sebesar 23,612 MPa, dan untuk umur 28 hari sebesar

26,704 MPa, mencapai kuat tekan yang telah direncanakan yaitu fc 25 MPa, dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.5 Grafik pengujian kuat tekan beton variasi 5%

Pada grafik diatas dapat di bahwa beton dengan variasi 5% SI+SV kuat tekan mengalami peningkatan dari beton berumur 7 hari ke beton berumur 14 hari sebesar 15%, untuk beton yang berumur 14 hari ke 28 hari meningkat sebesar 13%.

5. Variasi 7 % serat ijuk + *sika visconcrate*

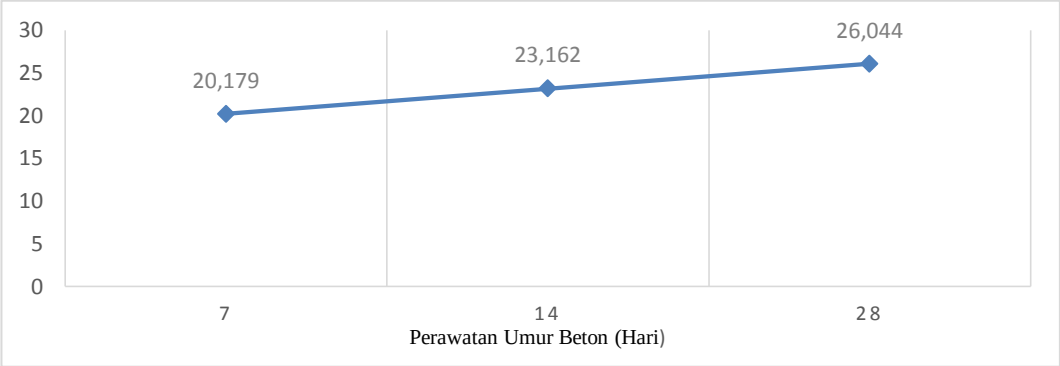
Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi campuran 7% SI+SV dilakukan pada dengan umur 7 hari, 14, dan 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.10. Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton variasi 7%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	12,218	245,00	20,179
2	14 Hari	12,318	410,00	23,162
3	28 Hari	12,407	530,00	26,044

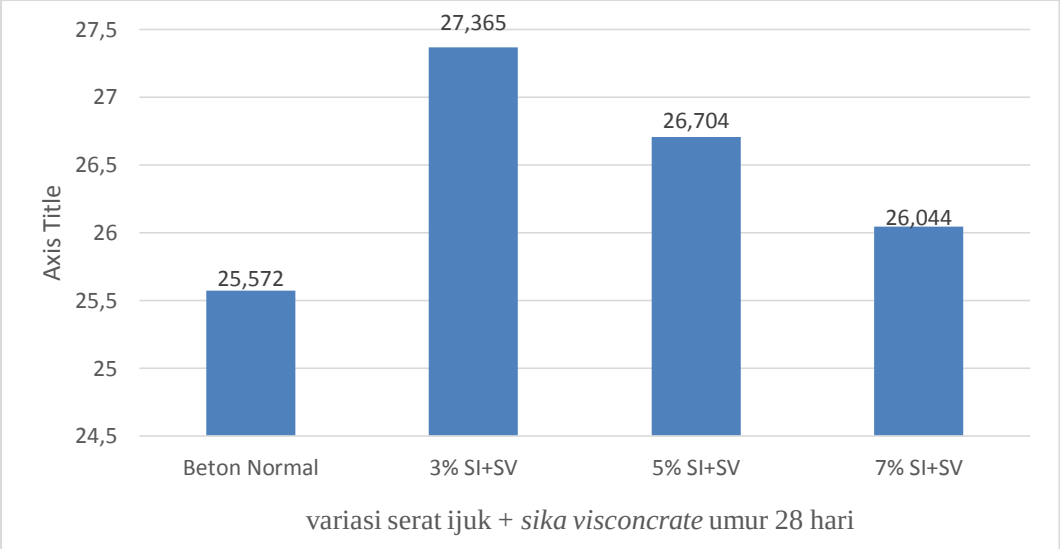
Pada uji kuat tekan beton untuk beton variasi serat ijuk 7% SI+SV didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada beton berumur 7 hari sebesar 20,179 MPa, untuk umur 14 hari sebesar 23,162 MPa, untuk umur 28 hari sebesar 26,044

MPa, mencapai kuat tekan yang telah direncanakan yaitu fc 25 MPa, dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.6 Grafik pengujian kuat tekan beton variasi 7%

Pada grafik diatas dapat diuraikan penjelasan bahwa beton dengan variasi 7% SI+SV kuat tekan mengalami peningkatan dari beton berumur 7 hari ke beton berumur 14 hari sebesar 14%, untuk beton yang berumur 14 hari ke 28 hari meningkat sebesar 12%.



Gambar 4.7 Grafik kuat tekan beton karakteristik terhadap variasi serat ijuk+*Sika Visconcrate* pada umur 28 hari

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bawah pada beton karakteristik kuat tekan beton normal sebesar 25,572 MPa, pada beton variasi 3% SI+SV mengalami

peningkatan 7% dari beton normal sebesar 27,365 MPa, pada beton variasi 5% SI+SV mengalami penurunan 2% dari beton variasi 3% SI+SV sebesar 26,704 MPa, pada beton variasi 7% juga mengalami penurunan 2% dari beton variasi 5% SI+SV sebesar 26,044 MPa. Penggunaan serat ijuk yang memang digunakan untuk menaikkan kuat tekan beton, dan keserasian serat ijuk dengan zat di dalam *sika visconcrate* semakin membuat kuat tekan beton meningkat. Persentase paling tinggi berada pada beton dengan variasi 3% SI+SV sebesar 27,365 MPa.

E. Kuat Tarik Belah Beton

Setelah melalui proses pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tarik belah terhadap benda uji tersebut. Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan benda uji berupa silinder dengan ukuran panjang 30 cm dan diameter 15 cm sebanyak 12 buah sampel, Yang terdiri dari beton normal dan 3 variasi campuran serat ijuk yaitu 3%, 5%, dan 7%, dengan bahan tambah berupa *sika visconcrate*. Kemudian setiap benda uji yang akan dilakukan pengujian kuat tarik belah beton ditimbang terlebih dahulu.

Adapun hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dengan umur perawatan 28 hari terhadap beton normal dan 3 variasi campuran serat ijuk dengan bahan tambah berupa *sika visconcrate,* adalah sebagai berikut:

1. Beton normal

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

Tabel 4.11. Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton normal

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	28 Hari	12,144	130,00	300	150	6,074

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton normal didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 6,074 MPa.

2. Variasi 3% serat ijuk + *sika visconcrate*

Dari hasil penelitian, pengujian kuat tarik belah beton variasi 3% SI+SV dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.12. Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi 3%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	28 Hari	12,158	147,50	300	150	6,444

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton variasi 3% SI+SV didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 6,444 MPa.

3. Variasi 5% serat ijuk + *sika visconcrate*

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi 5% SI+SV 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 variasi 5%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	28 Hari	12,193	176,67	300	150	7,852

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton variasi 5% SI+SV didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 7,852 MPa.

4. Variasi 7% serat ijuk + *sika visconcrate*

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi 7% SI+SV di lakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah

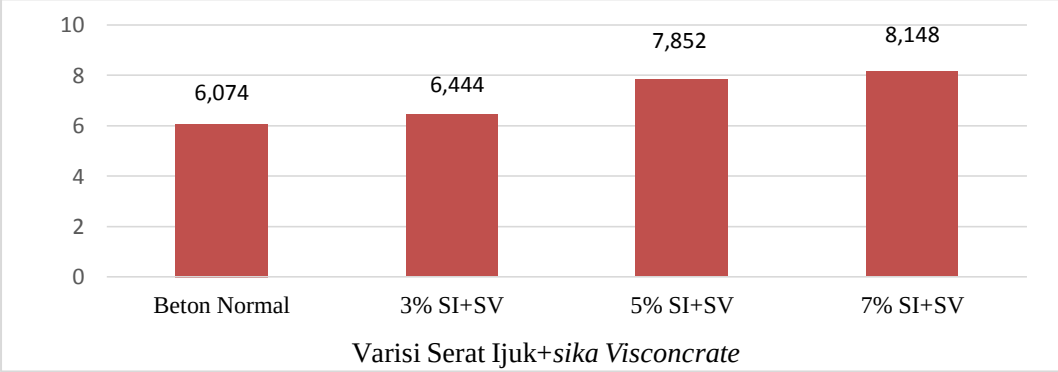
yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.14. Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi 7%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	28 Hari	12,340	183,33	300	150	8,148

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton variasi 7% + SI+SV didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 8,148 MPa.

Berikut adalah grafik hubungan persentase serat ijuk terhadap kuat tarik belah beton :



Gambar 4.8 Grafik kuat tarik belah beton karakteristik terhadap variasi serat ijuk+*sika visconcrate* pada umur 28 hari

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bawah hasil dari kuat tarik belah beton normal sebesar 6,074 MPa, mengalami peningkatan pada beton variasi 3% serat ijuk+*sika visconcrate* sebesar 6% atau 6,444 MPa dari beton normal, pada beton variasi 5% SI+SV juga mengalami peningkatan sebesar 22% atau 7,852 MPa dari

beton variasi 3% SI+SV, dan pada beton variasi 7% SI+SV masih mengalami peningkatan sebesar 4% atau 8,148 MPa dari beton variasi 5% SI+SV.

Penyebab kuat tarik belah beton meningkat pada penggunaan 3%, 5%, dan 7% serat ijuk disebabkan persentase serat ijuk dan *sika visconcrate* yang memang digunakan untuk menaikkan kuat tarik belah beton, dan keserasian serat ijuk dengan zat di dalam *sika visconcrate* semakin membuat kuat tarik belah beton meningkat 22% dari beton normal. Persentase paling tinggi berada pada beton dengan variasi 5% SI+SV sebesar 7,852 MPa.

Dari hasil pengujian kuat tarik belah pada benda uji, mengalami segregasi (penyebaran merata agregat pada beton) karena agregat pada benda uji tersebar merata dalam campuran.

F. Kuat lentur Beton

Setelah melalui proses pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat lentur terhadap benda uji tersebut. Pengujian kuat lentur dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan benda uji berupa balok dengan ukuran panjang 60 cm dan tinggi 15 cm sebanyak 4 buah sampel. Yang terdiri dari beton normal dan 3 variasi campuran serat ijuk yaitu 3%, 5%, dan 7%, dengan bahan tambah berupa *sika visconcrate* seberat 36,689 ml per-variasi. Kemudian setiap benda uji yang akan dilakukan pengujian kuat tarik belah beton ditimbang terlebih dahulu.

Adapun hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dengan umur perawatan 28 hari terhadap beton normal dan 3 variasi campuran serat ijuk dengan bahan tambah berupa *sika visconcrate,* adalah sebagai berikut:

1. Beton Normal

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

Tabel 4.15. Rekapitulasi hasil pengujian kuat Lentur beton normal

Detik	Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (KN)	*Modulus of Rapture* (MPa)	KET.
1	28	30,520	8	2,133	
2	28	30,520	12	3,200	
3	28	30,520	19	5,067	Patah
Rata rata				3,466	

Tabel di atas menjelaskan bahwa hasil uji kuat lentur beton normal pada detik pertama sebesar 2,133 MPa, detik kedua sebesar 3,200 MPa, dan detik ketiga sebesar 5,067 MPa, dengan kuat lentur rata rata sebesar 3,466 MPa

2. Variasi 3% serat ijuk + *sika visconcrate*

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi 3% SI+SV dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat lentur yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.16. Rekapitulasi hasil pengujian kuat lentur variasi 3%

Detik	Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (KN)	*Modulus of Rapture* (MPa)	KET.
1	28	30,950	15	4.000	
2	28	30,950	18	4.800	
3	28	30,950	20	5,333	Patah
Rata rata				4,711	

Tabel di atas menjelaskan bahwa hasil uji kuat lentur dengan menggunakan 3% SI+SV pada detik keenam sebesar 4,000 MPa, detik ketujuh sebesar 4,800 MPa, dan detik kedelapan sebesar 5,333 MPa, dengan kuat lentur rata rata sebesar 4,711 MPa

3. Variasi 5% serat ijuk + *sika visconcrate*

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi 5% SI+SV dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.17. Rekapitulasi hasil pengujian kuat lentur variasi 5%

Detik	Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (KN)	*Modulus of Rapture* (MPa)	KET.
5	28	31,450	10	2,667	
6	28	30,450	16	4,267	
7	28	31,450	23	6,133	Patah
Rata rata				4,355	

Tabel di atas menjelaskan bahwa hasil uji kuat lentur balok dengan menggunakan variasi 5% SI+SV detik kelima sebesar 2,667 MPa, detik keenam sebesar 4,267 MPa, dan detik ketujuh sebesar 6,133 MPa, dengan kuat lentur rata rata sebesar 4,335 MPa.

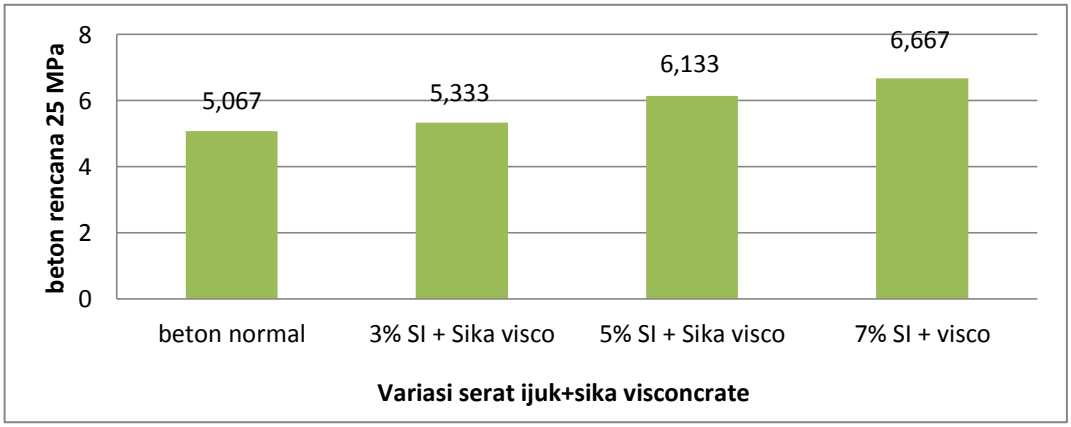
4. Variasi 7% serat ijuk + *sika visconcrate*

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi 7% SI+SV dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.18. Rekapitulasi hasil pengujian kuat lentur variasi 7%

Detik	Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (KN)	*Modulus of Rapture* (MPa)	KET.
3	28	31,450	9	2,400	
4	28	30,450	13	3,467	
5	28	31,450	25	6,667	Patah
Rata rata				4,178	

Tabel di atas menjelaskan bahwa hasil uji kuat lentur balok dengan menggunakan variasi 7% SI+SV pada detik ketiga sebesar 2,400 MPa, detik keeMPat sebesar 3,467 MPa, dan detik kelima sebesar 6,667 MPa, dengan Kuat lentur rata rata pada sebesar 4,178 MPa.



Gambar 4.9 Grafik Rekapitulasi hasil uji kuat lentur beton .

Grafik di atas menjelaskan hasil uji kuat lentur beton bahwa semakin lama umur beton maka kuat lentur beton juga semakin tinggi. Dan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi pada umur 28 hari.

G. Hasil Analisis Dan Pembahasan Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Kuat Lentur Beton

Berikut rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton umur 28 hari dapat dilihat pada tabel 4.19.

Tabel 4.19. Rekapitulasi hasil pengujian beton umur 28 hari

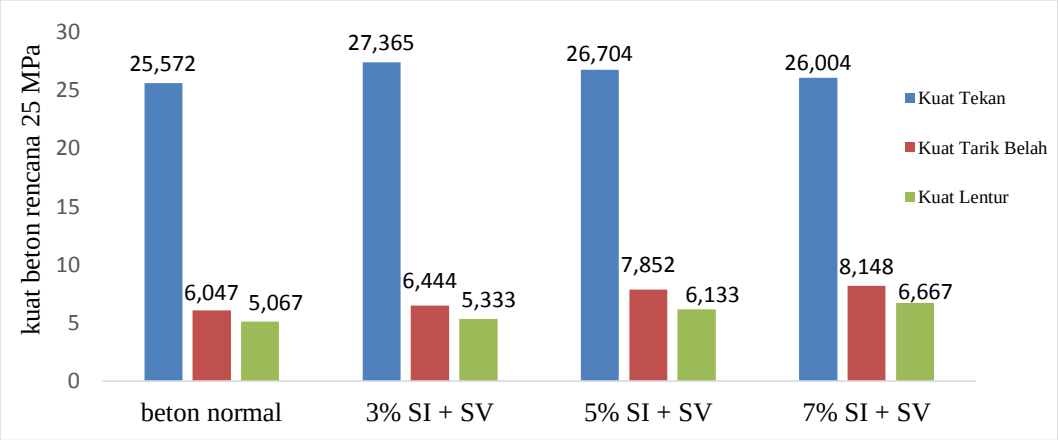
No.	Variasi	Hasil pengujian beton umur 28 hari		
		Kuat tekan (MPa)	Kuat tarik belah (MPa)	Kuat lentur (MPa)
1	Beton normal	25,572	6,047	5,067
2	3% SI + SV	27,365	6,444	5,333
3	5% SI + SV	26,704	7,852	6,133
4	7% SI + SV	26,044	8,148	6,667

Berdasarkan tabel diatas hasil pengujian kuat tekan pada variasi beton normal, 3% SI+SV, 5% SI+SV, dan 7% SI + SV secara berurutan yaitu sebesar 25,57 MPa, 27,365 MPa, 26,704, dan 26,044 MPa.

Hasil pengujian kuat tarik belah pada variasi beton normal, 3% SI+SV, 5% SI+SV, dan 7% SI + SV secara berurutan yaitu sebesar 6,047 MPa, 6,444 MPa, 7,852 MPa, dan 8,148 MPa.

Hasil pengujian kuat lentur pada variasi beton normal, 3% SI+SV, 5% SI+SV, dan 7% SI + SV secara berurutan yaitu sebesar 5,067 MPa, 5,333 MPa, 6,133 MPa, dan 6,667 MPa.

Hubungan hasil kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton



Gambar 4.10 Grafik hubungan hasil uji kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur beton.

Berdasarkan grafik diatas dapat dijelaskan bahwa Pada beton normal menghasilkan kuat tekan sebesar 25,572 MPa, kuat tarik belah sebesar 6,047 MPa, dan kuat lentur sebesar 5,067 MPa. Pada variasi 3% SI+SV hasil kuat tekan mengalami kenaikan sebesar 7% dari beton normal dengan hasil kuat tekan sebesar 27,365 MPa, kuat tarik belah mengalami kenaikan sebesar 6% dari beton normal dengan hasil kuat tarik belah sebesar 6,444 MPa, dan kuat lentur mengalami kenaikan sebesar 5% dari beton normal dengan hasil kuat lentur sebesar 5,333 MPa.

Pada variasi 5% SI+SV hasil kuat tekan mengalami peningkatan sebesar 2% dari beton normal dengan hasil kuat tekan sebesar 26,704 MPa, kuat tarik belah mengalami kenaikan sebesar 22% dari beton normal dengan hasil kuat tarik belah sebesar 6,444 MPa, dan kuat lentur mengalami kenaikan sebesar 21% dari beton normal dengan hasil kuat lentur sebesar 6,113 MPa.

Pada variasi 7% SI+SV hasil kuat tekan mengalami peningkatan sebesar 1.6% dari beton normal dengan hasil kuat tekan sebesar 26,004 MPa, kuat tarik belah mengalami kenaikan sebesar 34% dari beton normal dengan hasil kuat tarik belah sebesar 6,444 MPa, dan kuat lentur mengalami kenaikan sebesar 31% dari beton normal dengan hasil kuat lentur sebesar 6,667 MPa.

Dari hasil analisa diatas didapatkan nilai optimum pengujian kuat tekan pada variasi 3% SI+SV sebesar 27,365 MPa, kuat tarik belah pada variasi 7% SI+SV sebesar 8,148 MPa, , dan kuat lentur pada variasi 7% SI+SV sebesar 6,667 MPa. Beton dengan penggunaan bahan tambah serat ijut dan *sika visconcrete* mengalami kenaikan hasil kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur dari beton

normal dengan kuat rencana 25 MPa, sehingga penggunaan serat ijuk dan sika visconcrate masih layak digunakan dalam konstruksi beton.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari pada beton normal sebesar 25,572 MPa, beton+ SV 27,410 MPa, beton variasi 3% SI+SV sebesar 27,365 MPa, beton variasi 5% SI+SV sebesar 26,704 MPa , dan beton variasi 7% SI+SV sebesar 26,044 MPa.

   Hasil pengujian kuat tarik belah beton umur 28 hari pada beton normal sebesar 6,074 MPa, beton variasi 3% SI+SV sebesar 6,444 MPa, beton variasi 5% SI+SV sebesar 7,852 MPa, dan beton variasi 7% SI+SV sebesar 8,148 MPa.

   Hasil pengujian kuat lentur pada beton normal sebesar 5,067 MPa,beton variasi 3% SI+SV sebesar 5,333 MPa, beton variasi 5% SI+SV sebesar 6,133 MPa, dan beton variasi 7% SI+SV sebesar 6,667 MPa.
2. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan *plasticezer* dapat meningkatkan nilai kuat tekan, akan tetapi dengan pembahan serat ijuk dalam campuran beton nilai kuat tekan lebih rendah dari beton yang hanya menggunakan *plasticezer*, namun dari hasil pengujian kuat tarik belah dan kuat lentur terjadi kenaikan dengan adanya penambahan serat ijuk dan *plasticezer* pada proporsi 3%, 5%, dan 7%.

B. Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan selama ini maka di berikan saran sebagai berikut:

1. Dalam penggunaan serat ijuk perlu di perhatikan penyebarannya secara merata pada saat pencampuran beton agar mampu menanggung beban yang diteruskan dalam beton.
2. Bagi yang tertarik melakukan penelitian tentang penambahan serat ijuk disarankan untuk menggunakan variasi persentasi kadar yang lebih variatif untuk mendapat kualitas beton yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, N., Ranian, C., Hardi, I., Kurniawan, K., & Syauki, M. (2022). Hubungan Kuat Tekan, Tarik Belah, dan Tarik Lentur Beton dengan Bahan Tambah akibat Penggunaan Metode Perencanaan Campuran yang Berbeda. Jurnal Teknik Sipil, 11(2), 89-94.

Allo, M. B., Parung, H., & Mara, J. (2021). Pemanfaatan Agregat Sungai To Puang Kabupaten Tanah Toraja Sebagai Bahan Campuran Beton. *Paulus Civil Engineering Journal*, *3*(4), 577-586.

Fajri, M. H., & Firdaus, F. (2022, December). PENGARUH SERAT IJUK SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON. In *Bina Darma Conference on Engineering Science (BDCES)* (Vol. 4, No. 2, pp. 317-323).

Faldo, F., & Hudori, M. (2021). Pengaruh Efektifitas Penggunaan Serat Polypropylene Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. Journal of Civil Engineering and Planning (JCEP), 2(1), 77-83.

Fauzan, F. (2020). Pengaruh Penggunaan Ijuk pada Campuran Komposit Beton. Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana, 9(3), 156-163.

Hani, S., & Tanjung, Y. T. (2020). Kajian Eksperimental Pengaruh Penambahan Serat Pisang dan Superplasticizer Pada Campuran Beton. Educational Building: Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil, 6(2 DES), 76-80.

Hani, S., & Tanjung, Y. T. (2020). Kajian Eksperimental Pengaruh Penambahan Serat Pisang dan Superplasticizer Pada Campuran Beton. Educational Building: Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil, 6(2 DES), 76-80.

Hendriyani, S. D. A. (2019). Pengaruh penambahan super plasticizer viscocrete terhadap kuat tekan beton geopolymer berbasis fly ash tipe c PLTU Cirebon Power. SKRIPSI-2019.

Jong, E. P., Arifi, E., & Waluyohadi, I. (2018). Pengaruh Penggunaan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton Porous Yang Menggunakan RCA (Recycle Coarse Aggregate). Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil,

Lubis, D. E. A. (2020). Pemanfaatan Serat Ijuk Dan Sikacim Concrete Additive Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton Ditinjau Dari Kuat Tarik Belah (Studi Penelitian) (Doctoral dissertation).

Maharda, Z. B., Pambudi, W. R., Emilia, O. F., Fasyaro, R. F., Aprinia, A. D., Mustafa, D. T., & Induwati, M (2023). Meningkatkan kuat tekan beton dengan menggunakan material recycle concrate agregate (RCA): Incerease

concrate compressive strenght by using recycle concrate agregate (RCA) Material. Media ilmiah teknik sipil, 11(*1)* 1-8

Mahendra, Y. I., Gardjito, E., Ridwan, A., & Wicaksono, H. (2021). Meningkatkan Kuat Tekan Beton Fcâ€™ 16, 60 MPa menggunakan Fly Ash dan Arang Batok Kelapa. *Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Sipil (JURMATEKS)*, *4*(1), 1-13.

Purwanto, P., Rahmawati, D., & Sutarno, S. (2021). Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton. Teknika, 16(2), 49-57.

Ririn, R., Sulaiman, L., & Adriansyah, M. R. (2021). STUDI PENAMBAHAN SERAT POLYPROPYLENE YANG TERKANDUNG PADA MASKER MEDIS TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR. In Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M) (Vol. 6, No. 1, pp. 7-11).

Setiawan, P., Adhy, D. S., & Ahyar, M. R. (2021). Karakteristik Kuat Tekan Campuran Beton dengan tambahan Serat Tembaga dan Serbuk Besi. Pondasi, 26(2), 72-79.

Sidabutar, R. A., Simanjuntak, J. O., & Simangunsong, J. M. (2022). Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Kuat Tekan Beton. Jurnal Visi Eksakta, 3(1), 51-58.

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

SNI 03-1970-1990. Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus. Badan Standarisasi Nasional

SNI 03-1971-1990. Metode Pengujian Kadar Air Agregat. Badan Standarisasi Nasional

SNI 03-2493-1991, Metoda Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium, Badan Standar Nasional, Indonesia.

SNI 03-4142-1996. Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 MM). Badan Standarisasi Nasional.

SNI 03-4431-1997. “Kuat Tarik Lentur”

SNI 03-4804-1998. 1998. Berat Isi Agregat Kasar dan Agregat Halus.

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

SNI 15 2049 2004 Semen portland

SNI 1969-2008. Berat Jenis

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

Suardana, I. Nengah, I. Gusti Made Sudika, dan Ni Kadek Astariani. "Pengaruh Dan Perbandingan Serat Ijuk Lokal Bali Dengan Serat Ijuk Lombok Pada Campuran Beton Normal Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton." *Jurnal Teknik Gradien* 9.1 (2017): 199-214.

Tandiaju, M. F., Mara, J., & Tonapa, S. R. Pengaruh PIasticizer Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Beton.

Wora, M., & Ndale, F. X. (2018). Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Dapat Meningkatkan Kuat Tarik pada Beton Mutu Normal. Jurnal IPTEK, 22(2), 51-58.