

KAJIAN KUAT TEKAN DAN TARIK BETON KULIT KELAPA DENGAN VARIASI PANJANG SERAT

Ilham Maulana Syafaat¹⁾, Heny purwanti²⁾, Titik Penta Asrtiningsih³⁾

ABSTRAK

Beton merupakan bahan yang bersifat getas dengan kekuatan tarik yang kecil hanya 10% - 15% dari kekuatan tekannya. Karena itu beton membutuhkan perlakuan khusus untuk meningkatkan kekuatannya. Untuk memperbaiki kelemahan tersebut dalam penelitian ini menambahkan serat alami kedalam campuran beton, serat yang digunakan yaitu serat kulit kelapa kering yang berasal dari daerah Cilegon banten, Variasi serat yang digunakan yaitu variasi panjang 1,5 cm, 2 cm, dan 2,5 cm, lebar kurang lebih 5 mm serta tebal 1 mm, dengan kadar serat kelapa 1,5% dari berat semen. Benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat tekan pada umur 14, 28 hari dan kuat tarik belah pada umur 28 hari, berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, serta mutu rencana beton $f'c = 25$ MPa. Dari hasil pengujian didapat pengaruh serat kelapa terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton. Kuat tekan terhadap variabel beton bervariasi yaitu pada BN TKN sebesar 27,67 MPa, pada BSI TKN sebesar 15,45 MPa mengalami penurunan 44,16% dari BN TKN, pada BS2 TKN sebesar 19,61 MPa mengalami penurunan 29,13% dari BN TKN, dan pada BS3 TKN sebesar 14,25 MPa mengalami penurunan 48,50% dari BN TKN. kuat tarik terhadap variabel beton bervariasi yaitu pada BN TRK sebesar 8,61 MPa, pada BSI TRK sebesar 5,72 MPa mengalami penurunan 33,56% dari BN TRK, pada BS2 TRK sebesar 6,19 MPa mengalami penurunan 28,11% dari BN TRK, pada BS3 TRK sebesar 5,00 MPa mengalami penurunan 41,93% dari BN TRK.

Kata kunci : Beton serat kulit kelapa, kuat tekan, kuat tarik belah

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seperti yang diketahui bahwa beton merupakan salah satu bahan utama yang telah digunakan secara luas untuk bangunan gedung, perumahan, jembatan, dan konstruksi lainnya, karena beton memiliki beberapa kelebihan seperti kemampuan beton untuk dibuat sesuai dengan bentuk yang diinginkan, tahan lama, memiliki kekuatan tekan yang besar, tidak memerlukan perawatan khusus dan bahan mudah diperoleh.

Selain kelebihan yang dimiliki, beton juga memiliki kekurangan yang dapat membatasi penggunaannya. Beton merupakan bahan yang bersifat getas dengan kekuatan tarik yang kecil dibandingkan dengan kekuatan tekannya. Karena itu beton membutuhkan perlakuan khusus untuk meningkatkan kekuatannya. Untuk memperbaiki kelemahan tersebut dalam penelitian ini mencoba dengan perlakuan khusus dengan menambahkan serat mikro ke dalam campuran beton, yang bertujuan untuk mencegah terjadinya retakan pada beton akibat pengaruh pembebanan, pengaruh susut dan pengaruh panas hidrasi.

Dalam penelitian ini serat yang digunakan adalah Kulit Kelapa. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Henry Apriatno (2013), Eduardi Prahara ,

Gouw Tjie Liong, Rachmansyah (2015), Arman A. (2016). Penggunaan Kulit Kelapa diharapkan dapat memperbaiki kelemahan beton.

1.2. Batasan Masalah

Batasan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan panjang optimum Kulit Kelapa sehingga berpengaruh terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton. Kulit Kelapa yang digunakan pada penelitian ini adalah Kulit Kelapa kering yang berasal dari daerah Cilegon Banten, dengan bentuk Kulit lurus dan panjang bervariasi, yaitu + 1.5 cm, 2 cm dan 2.5 cm, dengan kadar serat yang digunakan adalah 1,5% dari berat semen untuk semua variasi panjang kulit. Bagian kulit yang digunakan adalah bagian kulit kering karena pada bagian kulit lebih kuat terhadap gaya tekan dan gaya tarik dibandingkan bagian serat dalam.

Benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, serta mutu rencana beton $f'c = 25$ MPa.

Alasan digunakannya kulit kelapa sebagai serat pada beton yaitu :

1. Pertumbuhannya cepat dan mudah di dapatkan.
2. keberadaan kulit kelapa mudah ditemukan, harganya terjangkau dan kulit kelapa juga mempunyai kekuatan

yang cukup untuk dijadikan serat untuk mengurangi retak-retak pada beton.

Alasan digunakannya variasi panjang serat untuk memungkinkan untuk dilakukan pengadukan beton dengan mudah, batas maksimum panjang serat $l_f/D_f < 100$ (Briggs 1974).

l_f = Panjang serat

D_f = diameter serat

Alasan digunakan kadar serat 1,5% yaitu :

1. Untuk menghindari terjadinya kecelakaan pada campuran adukan beton
2. Melihat dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Henry Apriatno (2013), Eduardi Prahara , Gouw Tjie Liong , Rachmansyah (2015), Arman A. (2016). Menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik beton yang paling optimum di dapat pada kadar 1,5 % sehingga dalam penelitian ini digunakan kadar serat 1,5%.

Banyaknya benda uji yang akan dibuat dengan perincian sebagai berikut :

1. Benda uji silinder untuk pengujian masing-masing 3 buah pada umur 14, 28 hari dengan kadar serat kelapa 1.5 % dari berat semen dan dengan variasi panjang serat kelapa adalah 1.5 cm, 2 cm dan 2.5 cm, sehingga jumlah benda uji 18 buah.
2. Benda uji silinder untuk kuat tarik belah masing-masing 3 buah untuk umur 28 hari dengan kadar serat 1.5 % dari berat semen, dan variasi panjang serat kelapa adalah 1.5 cm, 2 cm dan 2.5 cm. sehingga jumlah benda uji 9 buah.

Bahan-bahan yang digunakan adalah :

1. Semen Portland tipe I merk Tiga Roda produksi PT Indocement
2. Agregat halus menggunakan pasir alam dari daerah Cimangkok
3. Agregat kasar menggunakan batu pecah dari daerah Ciapus Bogor
4. Air menggunakan air yang ada di laboratorium yang berasal dari PDAM.
5. Serat kulit Kelapa dari cilegon banten

1.3. Maksud dan Tujuan

Untuk mengetahui dan meneliti kekuatan beton dengan penambahan kulit kelapa, berupa kuat tekan dan kuat Tarik dengan tujuan untuk mengetahui dan mendapatkan pengaruh penambahan kulit kelapa terhadap kekuatan beton.

1.4. Tinjauan Pustaka

A. Beton Sebagai Material Konstruksi

Keunggulan beton sebagai bahan konstruksi adalah :

1. Mempunyai kekuatan tekan dan kekakuan yang tinggi
2. Strukturnya monolit (tidak memerlukan sambungan)
3. Mudah dalam pembuatannya
4. Dapat ditempatkan pada berbagai konstruksi, serta dapat dikombinasikan dengan tulangan baja
5. Mempunyai ketahanan yang lebih besar terhadap serangan bahan kimia dan air
6. Mempunyai sifat kekentalan plastis, dapat mengalir pada berbagai ukuran dan bentuk cetakan
7. Pengadaan beton cukup mudah, karena elemen pembentuknya hampir tersedia di seluruh daerah

Di samping keunggulan-keunggulan di atas, kekurangan-kekurangan beton antara lain :

1. Beton cenderung retak
2. Mempunyai kekuatan tarik yang rendah
3. Pada struktur beton bertulang, pembesian dapat berkarat jika beton keropos
4. Pembongkaran kembali cukup sulit
5. Kualitas beton sangat tergantung pada cara pelaksanaannya
6. Waktu pelaksanaan konstruksi beton yang relatif lama
7. Mempunyai berat sendiri yang besar.

B. Material Utama Pembentuk Beton

1. Semen
 - Semen Hidrolis
 - Semen Non-Hidrolis
2. Agregat
 - Agregas Halus
 - Agregas Kasar
3. Air
 - Air Minum
 - Air bersih dan tidak berbau
 - Tidak terkontaminasi oleh limbah
 - Tidak mempunyai rasa

C. Sifat-Sifat Fisik dan Mekanik Beton

1. Sifat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton (*workability*)
2. Sifat pemisahan Agregat dari campuran beton (*Segregation*)
3. Sifat pemisahan air pada campuran beton (*Bleeding*)
4. Perawatan dan kekuatan beton (*Curing and Strength*)

D. Kekuatan Beton (*Strength*)

1. Kekuatan Tekan (*Compressive Strength*)

Pembuatan beton perlu diperhatikan

beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kuat tekan beton rencana, antara lain :

- Faktor Air Semen (FAS)
- Umur beton
- Jenis Semen
- Jumlah pasta semen
- Sifat agregat

2. Kekuatan Tarik

Kuat tarik adalah salah satu aspek yang penting dalam hubungannya dengan keretakan. Keretakan adalah penting, terutama pada beton bertulang dalam hal terjadinya retak dapat meningkatkan resiko terhadap pengkaratan atau korosi tulangan beton. Disamping itu keretakan juga menimbulkan kesan kurang baik dalam penampilan. Pengujian kuat tarik beton dinyatakan dengan cara diantaranya adalah dengan kuat tarik tidak langsung melalui pengujian keretakan belah silinder. Uji silinder belah diperkenalkan oleh Fernando Carneiro, berkebangsaan Brazil, sehingga uji ini dikenal dengan "Brazilian test" atau "Splitting test". Kekuatan tarik belah silinder beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan pada silinder yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan, Nilai kuat tarik beton berkisar antara 10% sampai 15% dari kuat tekannya (Phil M. Fergusen, 1986).

E. Beton Serat

Serat untuk campuran beton dibedakan menjadi empat jenis, yaitu:

1. Serat metal, misalnya serat besi dan serat *stainless steel*
2. Serat *polymeric*, misalnya serat *polypropylene*, dan serat *nylon*
3. Serat mineral, misalnya *fiberglass*
4. Serat alam, misalnya serabut kelapa, serat ijuk, serat bambu.

Pendekatan teori untuk menjelaskan mekanisme kerja serat beton sehingga dapat memperbaiki sifat beton adalah sebagai berikut (Sorousin, 1987) :

- Spacing concept
- *Composite material concept*
- Teknik pencampuran serat (*fiber dispersion*)
- Alasan digunakan serat alam sebagai pada beton yaitu :
 - a. Pertumbuhannya cepat dan mudah di dapatkan.
 - b. Keberadaan serat alam mudah ditemukan,

harganya terjangkau dan serat alam juga mempunyai kekuatan yang cukup untuk mengurangi retak-retak pada beton.

1. Serat Kelapa

Komposisi kimia sabut kelapa terdiri atas selulosa, lignin, pyroligneous acid, gas, arang, ter, tannin, dan potasium.

Dilihat sifat fisisnya sabut kelapa terdiri dari :

1. Seratnya terdiri dari serat kasar dan halus dan tidak kaku.
2. Mutu serat ditentukan dari warna dan ketebalan.
3. Mengandung unsur kayu seperti lignin, suberin, kutin, tannin dan zat lilin.

Dari sifat mekanik nya :

1. Kekuatan tarik dari serat kasar dan halus berbeda.
2. Mudah rapuh.
3. Bersifat lentur. (Zainal. M dan Yulius, 2005)

Syarat serat yang efektif untuk digunakan dalam beton :

1. Serat yang digunakan harus lebih kaku atau modulus elastisitasnya tinggi.
2. Serat yang digunakan dapat terikat satu sama lain secara baik.
3. Volume serat yang digunakan harus cukup.
4. Panjang serat yang digunakan harus cukup.

2. Perilaku Beton Berserat

- Perilaku Fisik
- Perilaku Mekanik

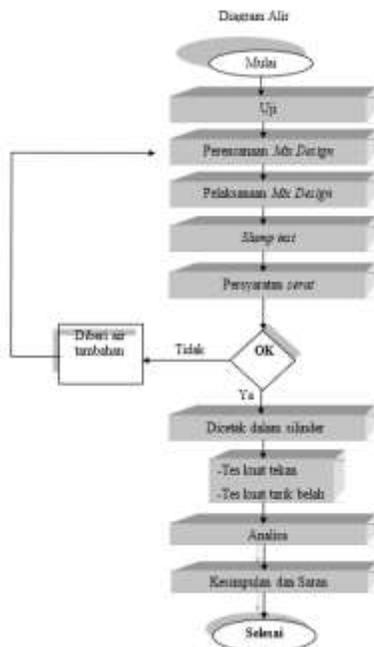
II. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan secara eksperimental, untuk pengujian material dan pengujian kuat tekan beton dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan Bogor. Untuk pengujian kuat tarik belah silinder beton (*Splitting Test*) dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Indonesia. Obyek dalam penelitian ini adalah beton normal dan beton yang menggunakan bahan tambahan serat Kelapa.

Tahap-tahap dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Persiapan bahan material dan bahan yang di tambahkan
2. Alat-alat yang digunakan
3. Pelaksanaan penelitian
 - Pemeriksaan agregat
 - Pelaksanaan campuran (*mix design*)
 - Pengujian *slump*

- Pembuatan dan perawatan benda uji
- Pengujian kuat tekan dan kuat tarik benda uji
- Pengolahan hasil data benda uji



Gambar 1. Diagram Alir

2.1. Persiapan Bahan Material

Rincian bahan campuran beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Semen portland
- Agregat halus/pasir
- Agregat kasar (split)
- Kulit Kelapa
- Air

A. Persiapan Semen

Tabel 1. Sifat fisik semen portland komposit

Keterangan	Nilai	SNI 15-7064-2004
<i>Specific gravity</i>	3,05	
Kekuatan tekan :		
-3 hari (kg/cm ²)	236	>125
-7 hari (kg/cm ²)	303	>200
-28 hari (kg/cm ²)	402	>250

Sumber : PT. Indocement Tunggul Prakarsa. Tbk.

B. Persiapan Agregat Halus

Pengujian atau pemeriksaan pada agregat halus meliputi: Pemeriksaan kadar lumpur, Pemeriksaan kadar organik, Pemeriksaan berat volume, Pemeriksaan berat jenis, Pemeriksaan analisa saringan dan Pemeriksaan kadar air.

C. Persiapan Agregat Kasar

Pengujian atau pemeriksaan agregat kasar berikut meliputi : Pemeriksaan kadar lumpur, pemeriksaan

berat volume, Pemeriksaan berat jenis, Pemeriksaan analisa saringan, dan Pemeriksaan kadar air.

D. Persiapan Bahan Tambahan (Kulit Kelapa)

Persiapan yang dilakukan pada kulit kelapa adalah dengan memisahkan kulit dari serabut nya kemudian mengambil bagian kulit kelapa., kemudian di lakukan pemotongan sesuai dengan kebutuhan, dalam penelitian ini variasi panjang serat yang di butuhkan adalah panjang serat kelapa + 1.5 cm, 2 cm dan 2.5 cm, diameter serat 1mm dan dengan kadar serat 1,5% dari berat semen untuk setiap variasi panjang serat.

E. Persiapan Air

2.2. Persiapan Peralatan

Tabel 2. Alat-alat yang Digunakan dalam penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Cetakan silinder	Mencetak sampel beton yang akan diuji dalam penelitian
2	Oven	Pengering agregat
3	Piring logam	Menampung agregat di oven
4	Saringan	Menyaring agregat
5	Mesin Saringan	Menggetarkan saringan
6	Timbangan	Menimbang bahan-bahan
7	Gelas ukur	Menakar air
8	Ember	Menampung agregat
9	Kerucut abrams	Pengujian slump
10	Mixer listrik/molen	Pencampuran adukan beton
11	Sekop	Mengaduk Agregat
12	Piknometer	Tabung Ukur
13	Mistar Perata	Meratakan permukaan beton
14	Tongkat Pematik	Memadatkan beton ketika dimasukan kedalam cetakan
15	Handuk/lap	Mengeringkan beton setelah perendaman
16	Mesin Uji Tekan	Tes kuat tekan
17	Kolam Penampung Benda Uji	Menjaga kelembaban beton/perawatan beton

Sumber : Lab. Mektan-Beton Teknik Sipil Unpak (pemeriksaan material)

2.3. Pemeriksaan Material

- Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat
- Pemeriksaan Kadar Organik Agregat Halus
- Pemeriksaan Berat Jenis (*Spesific Gravity*)
- Pemeriksaan Berat Volume Agregat
- Pemeriksaan Analisa Saringan
- Pemeriksaan Kadar Air Agregat

2.4. Kuat Tarik Kulit Kelapa

Pada bahan atau sample ini tidak di lakukan pengujian secara laboratorium, karna alat untuk menguji sample tersebut belum ada, tetapi di jadikan bahan untuk

campuran beton berserat, melihat refrensi dari jurnal sebelumnya.

2.5. Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan adalah beban maksimal persatuan luas yang menyebabkan beton hancur.

Perhitungan

$$F'c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

F'c = kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

2.6. Pengujian Kuat Tarik Belah Silinder

Kuat tarik belah silinder beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan.

Perhitungan (ASTM C 496 – 96)

$$f'ct = \frac{2P}{\pi dL}$$

Dimana :

f'ct = kuat tarik belah beton (MPa)

P = Beban maksimal yang diberikan (N)

l = Panjang dari silinder (mm)

d = diameter dalam (mm)

π = phie (3,14)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Material

Hasil penelitian pemeriksaan atau pengujian material di Laboratorium Mekanika Tanah dan Beton Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, maka hasil pemeriksaan material tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pemeriksaan material

Sifat fisik	Agregat halus	Agregat kasar	Satuan
Kadar air	8,35	1,94	%
Berat volume			
⇒ Padat	1544,28	1511,94	kg/m ³
⇒ Gembur (<i>drum</i>)	1152,03	1425,24	kg/m ³
Berat jenis (specific gravity)			
⇒ <i>Apparent specific gravity</i>	2,43	2,43	-
⇒ <i>Bulk specific gravity</i> kondisi kering	1,45	1,45	-
⇒ <i>Bulk specific gravity</i> kondisi SSD	3,12	3,12	-
⇒ <i>Persentase absorpsi</i> air	28,06	28,06	%
Analisa saringan			
⇒ Modulus kehalusan butir	2,58	2,41	-

3.2. Perhitungan Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Dalam perencanaan campuran beton persyaratan yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan perencanaan campuran beton harus didasarkan pada data sifat bahan yang akan dipergunakan dalam produksi beton;
2. Susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan ini harus dibuktikan melalui campuran coba yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan beton yang disyaratkan.

Hasil Perhitungan dan analisis pada perencanaan campuran beton, dapat dilihat pada Tabel 4 menentukan komposisi campuran beton.

Tabel 4. Komposisi campuran per 1m³

Jenis bahan	Semen (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	Air (Kg)
Berat	336,07	817,04	912,27	205
Berat Total	2270,39 Kg			

(Sumber: Data Pribadi Lab. Teknik Sipil, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan)

Campuran beton yang telah koreksi dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Komposisi campuran per 1m³ setelah di koreksi

Jenis	Semen	Agregat Halus	Agregat Kasar	Air
Berat	336,07	588,25	767,81	578,26
Berat Total	2270,39 Kg			
Jumlah Penambah Serat Per 1m ³				
-	1,5 CM	2 CM	2,5 CM	
1,5%	5,04 Kg	5,04 Kg	5,04 Kg	

(Sumber: Data Pribadi Lab. Teknik Sipil, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan)

3.3. Hasil Pengujian Beton Segar (*Slump Test*)

Seperti yang telah direncanakan dalam *perhitungan mix design* bahwa nilai slump yang digunakan dalam pembuatan beton adalah 75 – 100 mm, dengan toleransi ± 20 mm, Setelah melakukan pengujian didapat nilai slump test yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai *slump test* untuk masing-masing benda uji

Nama Benda uji	Nilai <i>Slump</i> (cm)	
	1	2
BN TKN	11,5	12
BN TRK	11,3	11,9
BS1 TKN	12	12
BS1 TRK	12	12
BS2 TKN	8,5	8
BS2 TRK	8	8,5
BS3 TKN	9	8,9
BS3 TRK	8,9	9

(Sumber: Hasil pengujian laboratorium)

Tabel 6 menunjukkan nilai *slump test*, terlihat setiap kenaikan panjang serat menyebabkan penurunan nilai slump test, artinya penambahan serat menyebabkan penurunan nilai slump test.

3.4. Hasil Pengujian Berat Volume Silinder Beton

Hasil berat volume beton, dapat dilihat pada Tabel 7 sampai dengan 11 berikut ini :

$$\text{Volume silinder} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$$

$$\text{Berat volume} = \frac{\text{Berat beton}}{\text{Volume silinder}}$$

Tabel 7. Berat volume beton (BN)

No	Umur (Hari)	Berat Beton (kg)	Diameter Silinder (m)	Tinggi Silinder (m)	Volume Silinder (m ³)	Berat Volume (kg/m ³)	Berat Volume
							Rata-rata (kg/m ³)
1	14	12,8	0,15	0,3	0,0053	2415,66	2333,88
2		12,04	0,15	0,3	0,0053	2271,79	
3		12,27	0,15	0,3	0,0053	2314,70	
4	28	11,85	0,15	0,3	0,0053	2236,38	2255,25
5		12,08	0,15	0,3	0,0053	2279,78	
6		11,92	0,15	0,3	0,0053	2249,59	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

Tabel 8. Berat volume beton (BS1)

No	Umur (Hari)	Berat Beton (kg)	Diameter Silinder (m)	Tinggi Silinder (m)	Volume Silinder (m ³)	Berat Volume (kg/m ³)	Berat Volume
							Rata-rata (kg/m ³)
1	14	11,76	0,15	0,3	0,0053	2219,39	2205,55
2		11,83	0,15	0,3	0,0053	2232,60	
3		11,47	0,15	0,3	0,0053	2164,66	
4	28	11,93	0,15	0,3	0,0053	2251,47	2231,34
5		11,94	0,15	0,3	0,0053	2252,42	
6		11,61	0,15	0,3	0,0053	2190,14	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

Tabel 9. Berat volume beton (BS2)

No	Umur (Hari)	Berat Beton (kg)	Diameter Silinder (m)	Tinggi Silinder (m)	Volume Silinder (m ³)	Berat Volume (kg/m ³)	Berat Volume
							Rata-rata (kg/m ³)
1	14	12,10	0,15	0,3	0,0053	2282,61	2262,48
2		12,00	0,15	0,3	0,0053	2263,74	
3		11,88	0,15	0,3	0,0053	2241,09	
4	28	12,07	0,15	0,3	0,0053	2277,90	2270,66
5		12,05	0,15	0,3	0,0053	2273,18	
6		11,98	0,15	0,3	0,0053	2260,91	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

Tabel 10. Berat volume beton (BS3)

No	Umur (Hari)	Berat Beton (kg)	Diameter Silinder (m)	Tinggi Silinder (m)	Volume Silinder (m ³)	Berat Volume (kg/m ³)	Berat Volume
							Rata-rata (kg/m ³)
1	14	11,76	0,15	0,3	0,0053	2219	2218
2		11,61	0,15	0,3	0,0053	2191	
3		11,89	0,15	0,3	0,0053	2243	
4	28	11,74	0,15	0,3	0,0053	2215,62	2242,35
5		11,98	0,15	0,3	0,0053	2259,97	
6		11,93	0,15	0,3	0,0053	2251,47	

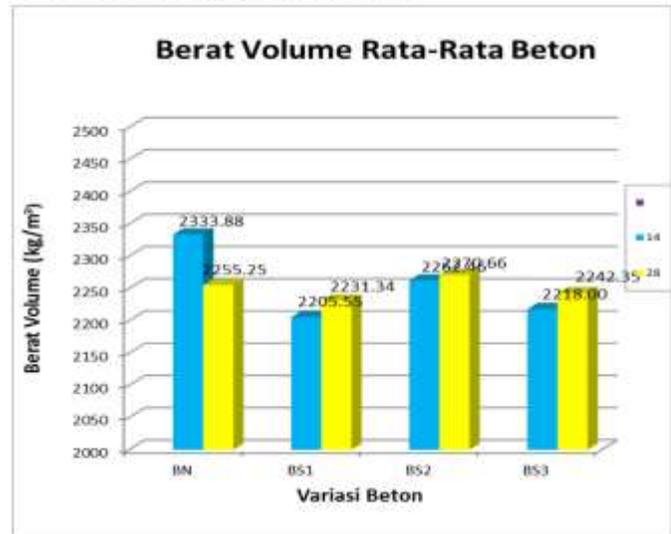
Sumber : Hasil pengujian laboratorium

Hasil pengujian berat rata-rata volume beton dapat dilihat pada Tabel 11 dan Gambar 4.1

Tabel 11 Gambar 2 Berat volume beton

Umur Beton	Berat rata-rata volume beton (kg/m ³)			
	BN	BS1	BS2	BS3
14	2333,88	2205,55	2262,48	2218
28	2255,25	2231,34	2270,66	2242,35

Sumber : Hasil pengujian laboratorium



Gambar 2. Diagram hubungan antara berat volume dan umur beton

Berdasarkan dari Tabel-Tabel perhitungan dan diagram diatas didapat berat volume rata-rata beton dari umur 14, dan 28 hari yaitu :

1. Berat volume BN umur 14 hari sebesar 2333,88 kg/m³, umur 28 hari sebesar 2255,25 kg/m³
2. Berat volume BS1 umur 14 hari sebesar 2205,55 kg/m³, umur 28 hari sebesar 2231,34 kg/m³
3. Berat volume BS2 umur 14 hari sebesar 2262,46 kg/m³, umur 28 hari sebesar 2270,66 kg/m³
4. Berat volume BS3 umur 14 hari sebesar 2218 kg/m³, umur 28 hari sebesar 2242,35kg/m³

Dari hasil diatas didapat bahwa semakin bertambahnya umur beton, berat volume beton semakin bertambah. Ada pengaruh serat kulit kelapa terhadap berat volume beton, apabila panjang serat lebih dari 2cm volume beton mengurangi penurunan dari sebelumnya, beton di atas termasuk dalam kelompok beton normal yang memiliki berat volume antara 2200 –2500 kg/m³.

3.5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton

Pengujian pada beton dilakukan setelah beton mencapai umur yang direncanakan yaitu 14 dan 28 hari dengan menggunakan mesin uji tekan *Digital Compression*

Machine merk CPN kapasitas 300 kN. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 12 sampai dengan 16 dan Gambar 3 sampai dengan 8 berikut ini.

$$\text{Luas Bidang Tabung (A)} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \quad (\text{mm}^2)$$

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A} \quad (\text{kg/mm}^2)$$

Tabel 12. Kuat Tekan Beton (BN TKN)

No	Umur (Hari)	Diameter Silinder (d)	Luas Bidang (A)	Beban Maksimal (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat tekan Rata-rata (MPa)
		(mm)	(mm ²)	(N)	(MPa)	MPa
4	14	150	1767,8	416.000	23,53	23,91
5		150	1767,8	409.000	23,14	
6		150	1767,8	443.000	25,06	
7	28	150	1767,8	493.000	27,91	27,67
8		150	1767,8	503.000	26,61	
9		150	1767,8	470.000	28,48	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

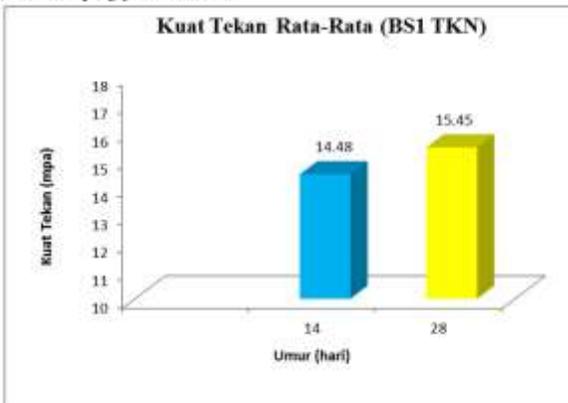


Gambar 3. Diagram hubungan antara kuat tekan beton dan umur beton pada BN TKN

Tabel 13. Kuat Tekan Beton (BS1 TKN)

No	Umur (Hari)	Diameter Silinder (d)	Luas Bidang (A)	Beban Maksimal (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat tekan Rata-rata (MPa)
		(mm)	(mm ²)	(N)	(MPa)	MPa
1	14	150	1767,8	256.000	14,49	14,48
2		150	1767,8	258.000	14,61	
3		150	1767,8	253.000	14,32	
4	28	150	1767,8	349.000	19,76	15,45
5		150	1767,8	198.000	11,20	
6		150	1767,8	272.000	15,40	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

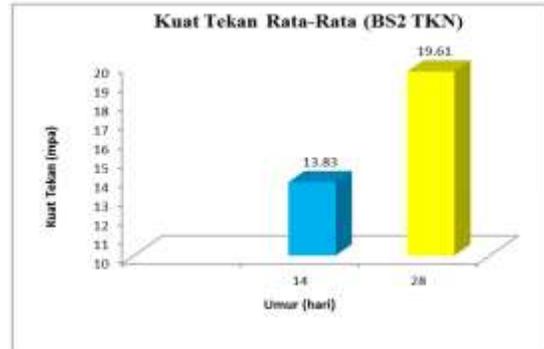


Gambar 4. Diagram hubungan antara kuat tekan beton dan umur beton pada BS1 TKN

Tabel 14. Kuat Tekan Beton (BS2 TKN)

No	Umur (Hari)	Diameter Silinder (d)	Luas Bidang (A)	Beban Maksimal (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat tekan Rata-rata (MPa)
		(mm)	(mm ²)	(N)	(MPa)	MPa
1	14	150	1767,8	241.000	13,63	13,83
2		150	1767,8	259.000	14,66	
3		150	1767,8	233.000	13,19	
4		150	1767,8	326.000	18,46	
5	28	150	1767,8	362.000	20,50	19,61
6		150	1767,8	351.000	19,87	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

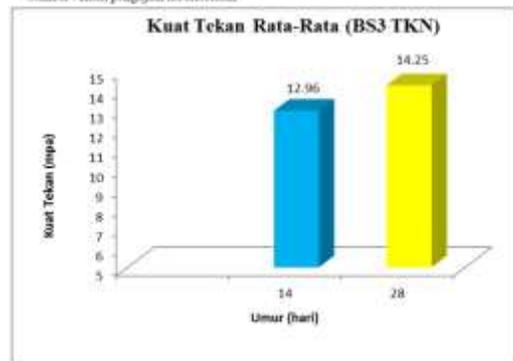


Gambar 5. Diagram hubungan antara kuat tekan beton dan umur beton pada BS2 TKN

Tabel 15. Kuat Tekan Beton (BS3 TKN)

No	Umur (Hari)	Diameter Silinder (d)	Luas Bidang (A)	Beban Maksimal (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat tekan Rata-rata (MPa)
		(mm)	(mm ²)	(N)	(MPa)	MPa
1	14	150	1767,8	222.000	12,57	12,96
2		150	1767,8	220.000	12,46	
3		150	1767,8	215.000	13,86	
4	28	150	1767,8	251.000	14,21	14,25
5		150	1767,8	226.000	12,80	
6		150	1767,8	278.000	15,74	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

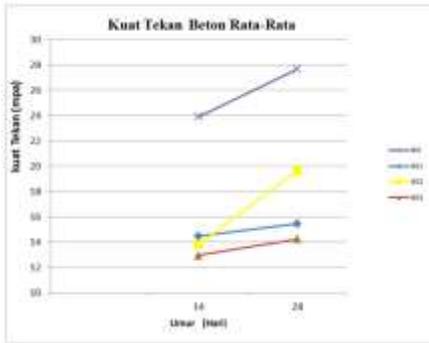


Gambar 6. Diagram hubungan antara kuat tekan beton dan umur beton pada BS3 TKN

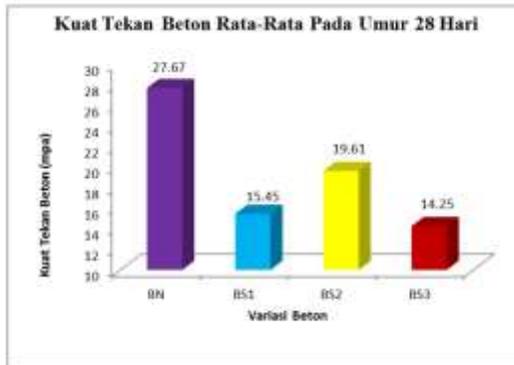
Tabel 16. Kuat Tekan Beton

Umur (Hari)	Kuat Tekan Beton (MPa)			
	BN TKN	BS1 TKN	BS2 TKN	BS3 TKN
14	23,91	14,48	13,83	12,96
28	27,67	15,45	19,61	14,25

Sumber : Hasil pengujian laboratorium



Gambar 7. Diagram hubungan antara kuat tekan beton dan umur beton



Gambar 8. Diagram hubungan antara kuat tekan beton dan variasi beton pada umur 28 hari

- Dari table 16 dan gambar 7 didapat beberapa hal yaitu :
1. Semakin lama umur beton, kuat tekan beton dan kemampuan beton menahan beban semakin besar.
 2. Pada umur 28 hari kuat tekan rata-rata BN TKN (beton tanpa tambahan serat kulit kelapa) sebesar 27,67 MPa, BS1 TKN (beton dengan panjang serat kulit kelapa 1,5 cm) sebesar 15,45 MPa mengalami penurunan sebesar 12,22 MPa (44,16%) dari BN TKN, BS2 TKN (beton dengan panjang serat kulit kelapa 2 cm) sebesar 19,61 MPa mengalami penurunan sebesar 8.06 MPa (29,13%) dari BN TKN, BS3 TKN (beton dengan panjang serat kulit kelpa 2,5 cm) sebesar 14,25 MPa mengalami penurunan sebesar 13,42 MPa (48,50%) dari BN TKN.
 3. Kuat tekan maksimum pada umur 28 hari terdapat pada BS2 TKN sebesar 19,61 MPa. Terlihat penambahan panjang serat lebih dari 2 cm tidak mempengaruhi kekuatan beton.

3.6. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Silinder Beton

Pengujian kuat tarik belah silinder beton (*Splitting Test*) di lakukan di Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Pakuan Bogor. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 17 dan Gambar 9 dibawah ini.

$$\text{Kekuatan tarik belah silinder, } f_{ct}' = \frac{2P}{\pi dl}$$

Tabel 17. Kuat tarik belah silinder beton

No.	Umur	Bentuk Silinder	Diameter Silinder (d)	Panjang Silinder (l)	Beban Maksimum (P)	Kuat Tarik Silinder beton (MPa)	Kuat tarik Rata-rata (MPa)
1		BN TRK	150	300	155	7,84	8,61
2		BN TRK	150	300	137	7,76	
3		BN TRK	150	300	184	10,42	
4		BS1 TRK	150	300	97	5,49	5,72
5	28	BS1 TRK	150	300	101	5,72	
6		BS1 TRK	150	300	105	5,95	
7		BS2 TRK	150	300	114	6,45	6,19
8		BS2 TRK	150	300	102	5,77	
9		BS2 TRK	150	300	112	6,34	
10		BS3 TRK	150	300	80	4,59	5,00
11		BS3 TRK	150	300	89	5,04	
12		BS3 TRK	150	300	95	5,38	

Sumber: Hasil pengujian laboratorium



Gambar 9. Diagram hubungan antara kuat tarik beton dan variasi beton pada umur 28 hari

Dari Tabel perhitungan dan gambar diatas didapat beberapa hal yaitu:

1. Kuat tarik untuk beton (BN TRK) sebesar 8,61 MPa
2. Kuat tarik untuk beton (BS1 TRK) sebesar 5,72 MPa, mengalami penurunan sebesar 33,56 % dari BN TRK
3. Kuat tarik untuk beton (BS2 TRK) sebesar 6,19 MPa, mengalami penurunan sebesar 28,11% dari BN TRK
4. Kuat tarik untuk beton (BS3 TRK) sebesar 5,00 MPa, mengalami penurunan sebesar 41,93% dari BN TRK

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Kandungan serat kaca meningkat kekentalan campuran, Sehingga dibutuhkan nilai slump yang lebih tinggi. Pada penelitian ini nilai *slump* yang di rencanakan antara 75-100 sedangkan pada penelitian diperoleh nilai *slump* antara 8-9-11.
2. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh nilai kuat tekan rata-rata untuk variasi penambahan serat Kulit kelapa dengan kadar 0% dan 1,5% dengan variasi panjang 1,5 cm, 2 cm dan 2,5 cm pada umur 28 hari berturut-turut adalah 27,67 MPa, 15,45MPa, 19,61 MPa, 14,25 MPa.
3. Kuat tekan beton tertinggi dicapai pada variasi serat kulit kelapa 0% sebesar 27,67MPa.dan kadar 1,5% di variasi 2 cm sebesar 19,61 MPa.
4. Nilai kuat tarik belah beton dengan kadar 0% dan 1,5 % serat kulit kelapa dengan variasi panjang 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm berturut-turut adalah sebesar 8,61 MPa ; 5,72 MPa ; 6,19 MPa ; 5,00 MPa.

5.2. Saran

1. Dalam melakukan penelitian bahan yang digunakan, terutama agregat halus dilakukan pengujian terlebih dahulu untuk memastikan apakah sudah memenuhi standar.
2. Pada pengujian bahan material harus di simpan dalam keadaan yang baik agar tidak mempengaruhi pada hasil penelitian.
3. Pada saat proses pemisahan kulit kelapa dari serabut nya disarankan menggunakan sarung tangan dikarenakan menyebabkan goresan dan luka ringan.
4. Pada saat pengujian material dan *mix design* perlu di perhatikan dalam setiap tahapannya agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan rencana.
5. Penelitian hanya menyangkut kuat tekan dan kuat tarik belah beton sehingga perlu di lakukan uji kuat letur dengan sample uji berbentuk balok.
6. Kuat tarik belah beton tertinggi dicapai pada variasi serat kulit kelapa 0% sebesar 8,61 MPa, dan kadar 1,5 % nilai tertinggi di variasi 2 cm sebesar 6,19 MPa.
7. Penambahan variasi serat kulit kelapa yang terlalu panjang menyebabkan kesulitan dalam pemadatan, Sehingga terdapat rongga-rongga kecil yang tidak terisi beton. Hal ini berdampak pada penurunan kuat tekan.
8. Penambahan persentase serat kulit kelapa yang terlalu panjang mengakibatkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton yang menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad antono, 1985, *Teknologi Beton*, Yogyakarta., JTS Fakultas Teknik UGM.
- [2] Firman., 1998, *Bamboos Fibre Cement Board*, [Tugas Akhir], Yogyakarta JTS UII.
- [3] <http://pramudiyanto.blogs.uny.ac.id/wp-content/uploads/sites/935/2018/02/30365> metode pencampuran_SNI-7656-2012_web.pdf
- [4] Kardiyono, T., 1992, *Teknologi Beton*, Yogyakarta., JTS Fakultas Teknik UGM.
- [5] Nawy, E.G., *Reinforced Concrete A Fundamental Approach*, Prentice Hall, inc.
- [6] Soroushian & Bayasi, 1987, *Fibre Reinforced Concrete Desaign And Aplication*, Seminar Proceeding Composite And Structure Centre. Michigan State University.
- [7] Sudarmoko, 1998, *Kuat Lentur Beton Serat Bendrat Dengan Model Skala Penuh*, Yogyakarta., PAU Ilmu Teknik.

PENULIS :

1. **Ilham Maulana Syafaat, ST.** Alumni (2022) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik = Universitas Pakuan (E-mail : syafaatilham78@gmail.com)
2. **Heny Purwanti, ST., MT.** Staf Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik = Universitas Pakuan.
3. **Dr. Ir. Titik Penta Artiningsih, MT.** Staf Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik = Universitas Pakuan.