

# PENGARUH PENGGUNAAN IJUK PADA CAMPURAN KOMPOSIT BETON

Fauzan, ST., MM

Teknik Sipil, Teknik, Universitas Batam, Jl. Abulyatama, Batam

[fauzansimple@gmail.com](mailto:fauzansimple@gmail.com)

## Abstrak

Banyak penelitian yang telah menggunakan serat baja dalam campuran beton normal dan telah dilakukan dalam beberapa negara bagian di dunia. Namun, dikarenakan harga serat kawat baja itu sangat mahal di Indonesia, maka penggunaan serat ijuk untuk menggantikan serat baja itu dalam campuran beton diteliti dalam penelitian ini. Serat ijuk ini berdiameter 0,5 mm-1,5 mm dipotong dengan panjang 30 mm-60 mm dan digunakan dalam campuran beton sebagai tulangan mikro beton yang diprediksi mampu meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur beton. Jumlah serat ijuk yang digunakan bervariasi 0%, 1%, dan 1,5% dikalikan volume beton dengan target kuat tekan  $f_c'$  30 MPa.

Untuk uji kuat tekan beton, benda uji akan dibuat dalam kubus yang berukuran 150 mm x 150 mm x 150 mm (SNI 03-2834-2000) yang dites pada hari ke 7, 14, 21 dan 28 hari serta uji kuat lentur dengan benda uji berbentuk balok yang berukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm (Standar SNI 4431: 2011) yang akan di tes pada hari ke 28 agar diperoleh nilai kuat lentur yang maksimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serat ijuk dalam campuran beton menurunkan kuat tekan beton sebesar 25,23% pada komposisi 1% serat ijuk dibandingkan dengan beton berkomposisi 0% serat ijuk dan meningkatkan kuat lentur sebesar 10,67% pada komposisi 1% serat ijuk dibandingkan dengan beton berkomposisi 0% serat ijuk (beton normal) dan juga penggunaan serat ijuk menurunkan kelecakan nilai slump beton.

**Kata kunci:** Komposit beton, serat ijuk, slump beton, kuat tekan, kuat lentur beton.

## 1.0. Pendahuluan

Laju pertumbuhan penduduk meningkatkan pada tingginya kebutuhan akan sarana hunian. Pengembangan kawasan-kawasan hunian dan industri yang lebih laju akan memacu meningkatnya kebutuhan bahan bangunan khususnya material pembuatan beton. Bahan-bahan tersebut harus disediakan dalam jumlah besar dari alam maupun buatan. Peningkatan akan kebutuhan bahan bangunan tersebut harus disikapi dengan pemanfaatan dan penemuan bahan bangunan yang mampu memberikan alternatif kemudahan pengerjaan, hemat biaya serta berwawasan lingkungan.

Dan seiring berkembangnya era yang lebih maju dan moderen, menuntut manusia untuk lebih kreatif untuk mengembangkan teknologi yang telah ada. Salah satu dari perkembangan teknologi khususnya dibidang konstruksi bangunan adalah beton. Beton adalah jenis bahan bangunan yang sudah lama digunakan dan diterapkan secara luas oleh masyarakat sebab memiliki keunggulan-keunggulan dibandingkan material struktur lainnya yakni memiliki kekuatan tekan yang baik,

tahan api, tahan terhadap perubahan cuaca, serta relatif mudah dalam pengerjaan. Untuk meningkatkan mutu beton dapat dilakukan dengan menambah campuran proporsi beton normal dengan bahan tambah *Admixture*. Beton terbentuk dari campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar (batu pecah), udara, dan terkadang bahan *Admixture* (Campuran pasta ini diletakkan pada sebuah cetakan, kemudian dicuring untuk memperoleh *chemicalhydration*). Telah disebutkan bahwa sifat beton yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh komposisi dan kualitas material penyusunnya, yaitu agregat sebagai bahan pengisi, serta semen hidrolik dan air sebagai bahan pengikat. Bahan-bahan pembentuk beton ini pada umumnya berasal dari alam, sehingga cepat atau lambat ketersediaan bahan-bahan ini pada akhirnya akan habis karena jumlahnya yang menurun akibat keperluan pembetonan.

Ide-ide untuk menggabungkan dan merekayasa suatu material telah banyak dilakukan dan diujikan

dalam rekayasa material campuran beton. Penggunaan ijuk merupakan salah satu rekayasa penggunaan material ramah lingkungan dalam campuran beton. Penelitian mengenai campuran beton ini sangat menarik, karena dapat mengurangi kelemahan yang ada pada sifat beton, salah satu pengembangannya ialah dengan memperbaiki sifat dari kelemahan beton yang tidak mampu menahan kuat tarik. Nilai kuat tarik berkisar 9-15% dari kuat tekannya (Dipohusodo, 1994). Salah satu material tambahan yang dapat digunakan dalam campuran beton adalah serat, dimana beton ini dinamakan beton berserat.

Beton serat merupakan salah satu beton khusus yang dikembangkan dari beton normal dengan penambahan serat kedalam adukan beton. Baik berupa serat alami maupun serat buatan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya retak akibat pembebanan, panas hidrasi maupun penyusutan dan untuk meningkatkan sifat mekanik beton, sehingga beton tahan terhadap gaya tekan, gaya lentur dan gaya tarik akibat, cuaca, iklim dan temperatur yang biasanya terjadi pada beton dengan permukaan yang luas.

Dalam proses pembuatan beton serat tentunya dibutuhkan material campuran yang memiliki berat jenis rendah dan bermutu tinggi. Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan adalah Ijuk. Ijuk merupakan salah satu bahan material yang memiliki berat jenis yang rendah. Ijuk (duk) adalah serabut hitam keras pelindung pangkal pelepah daun enau atau aren (*Arenga pinnata*). Ijuk biasanya digunakan untuk pembuatan sapu, sikat, tali atap, saringan dan lain-lain.

#### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dikemukakan diatas, maka dirumuskanlah permasalahan penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penambahan volume ijuk yang bervariasi ( 1% , 1.5% ) terhadap nilai slump test dibandingkan dengan beton normal.
2. Bagaimana perilaku kuat tekan, kuat lentur dan berat isi pada beton bercampur ijuk apabila dibandingkan dengan beton normal.

#### Batasan Masalah

Dalam penelitian yang dilakukan, ada beberapa lingkup masalah yang dibatasi untuk mencapai maksud dan tujuan yaitu :

dalam penelitian. Salah satunya adalah perkembangan

1. Digunakan *mix design* K.300 yang didapat dari rekomendasi laboratorium tempat penelitian PT. Perkasa Beton Batam.
2. Variasi perbandingan ijuk yang digunakan terhadap volume beton hanya dalam kadar ijuk 1% dan 1.5%.
3. Proses penyimpanan ditetapkan pada 1 tempat yang sama.
4. Perbandingan kuat tekan ( $f'c$ ) beton ijuk dan beton normal dengan kubus beton ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm pada umur 7,14,21 dan 28 hari.
5. Pengujian kuat lentur pada umur 28 hari terhadap beton ijuk kadar 1% dibandingkan dengan beton normal.
6. Jumlah sampel yang digunakan tiap kali pengujian sebanyak 2 buah dan total *sampel* sebanyak 28 buah.
7. Ijuk yang digunakan berdiameter 0,5 mm – 1,5 mm.
8. Perbedaan temperature diasumsikan pada suhu normal.

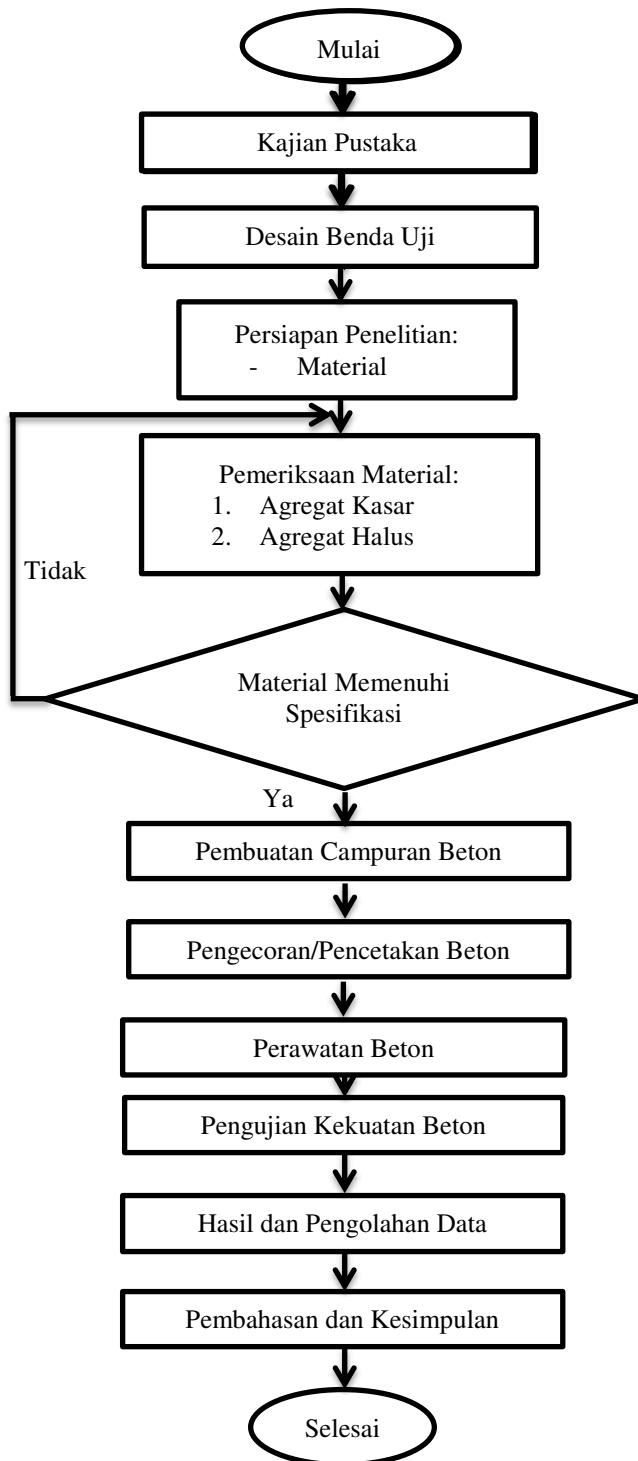
#### Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui nilai slump pada beton yang bercampur ijuk dengan variasi (1%, 1,5%) dibandingkan dengan beton normal.
- b. Membandingkan perilaku kuat tekan dan kuat lentur dan berat isi dari beton bercampur ijuk dengan beton normal.

#### Manfaat Penelitian

- a. Bagi peneliti ini dapat menambah pengetahuan/ wawasan tentang karakteristik dari beton bercampur ijuk.
- b. Untuk dapat mengoptimalkan pemanfaatan serat ijuk.
- c. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan nilai tambah pada penggunaan serat ijuk sebagai material tambahan dalam pembuatan beton dibidang konstruksi.
- d. Mengetahui pengaruh penambahan ijuk terhadap *workability* yaitu kemudahan pengerjaan beton.

**2.0. Metodologi Penelitian**



**Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. Perkasa Beton Batam, Kota Batam. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dilaboratorium berupa pengujian terhadap “ Pengaruh Penggunaan ijuk pada campuran komposit beton”. Waktu penelitian bulan Mei – Agustus 2020.

**Dimensi dan Jumlah Benda Uji**

Dimensi/ukuran benda uji adalah sebagai berikut, Jenis benda uji dibuat menjadi 2 bentuk yaitu :

- Persegi ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm untuk pengujian kuat tekan.
- Balok ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm untuk pengujian kuat lentur.

1. Perbandingan persentase ijuk : 1% dan 1.5%.
2. Ijuk yang digunakan berukuran 0,5 mm – 1,5 mm.

Jumlah benda uji yang akan dibuat dapat dilihat pada table 2.1 dibawah:

**Tabel 2.1 Jumlah Sampel Beton**

Beton	Umur Pengujian ( Hari )	Jumlah Sampel	
		Persegi	Balok
Beton Normal	7	2	-
	14	2	-
	21	2	-
	28	2	2
Beton Ijuk 1%	7	2	-
	14	2	-
	21	2	-
	28	2	2
Beton Ijuk 1.5%	7	2	-
	14	2	-
	21	2	-
	28	2	-
Jumlah		24	4

Semua pengujian yang akan dilakukan akan mengacu pada standar Nasional Indonesia (SNI). Adapun standar pengujian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian slump beton mengacu kepada Shan Somayaji, Civil Engineering Materials, 2001 dan SNI 03-2847-2002
2. Pengujian kuat tekan beton pada SNI 03-2847-2002
3. Pengujian kuat lentur pada beton pada SNI 4431:2011
4. Mix Design Benda Uji dengan Metode SNI 03-2493-2002

### 3.0. ANALISIS DATA, HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisa Kuantitatif Untuk Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan menggunakan benda uji berupa kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm untuk pengetestan umur 7, 14, 21 dan 28 hari. Ukuran 15 x 15 x 60 cm untuk pengetestan kuat lentur pada umur 28 hari. Kemudian benda uji kubus ukuran 15 x 15 x 15 cm untuk pengetestan hari ke 7, 21, 14 dan 28 hari di buat 3 sampel.

Kandungan ijuk untuk benda uji dibuat bervariasi sebesar 0%, 1% dan 1.5% dikalikan volume beton. Benda uji 0% ijuk dibuat sebagai pembandingan antara beton tidak berijuk dengan beton berijuk. Sehingga, dapat dilihat perbedaan hasil kuat tekan beton akibat penambahan dari ijuk.

Perhitungan untuk kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kekuatan tekan beton} = \frac{P}{A} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Dimana :

P = Beban maksimum [kg]

A = Luas penampang benda uji (cm<sup>2</sup>)

Hasil pengujian kuat tekan untuk beton dengan umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari ditunjukkan pada Tabel 3.1, Tabel 3.2, Tabel 3.3, Tabel 3.4. Dimana nilai target desain *fc'* beton umur 28 hari adalah 30

MPa. Sedangkan hasil pengujian kuat lentur untuk beton dengan umur 28 hari.

Kuat lentur beton (*modulus of rupture*) dapat dihitung dengan persamaan 1 jika keruntuhan terjadi dibagian tengah bentang. (SNI 4431:2011)

$$\sigma = \frac{P.L}{b.h^2} \dots \dots \dots (1)$$

Persamaan 2 digunakan jika keruntuhan terjadi pada bagian tarik diluar tengah bentang.

$$\sigma = \frac{P.a}{b.h^2} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

$\sigma$  = Kuat lentur beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

L = Panjang bentang (mm)

b = Lebar spesimen (mm)

h = Tinggi spesimen (mm)

a = Jarak rata-rata dari garis keruntuhan dan titik perletakan terdekat diukur pada bagian tarik spesimen (mm).

Berikut adalah hasil kuat tekan untuk masing-masing komposisi ijuk :

**Tabel 3.1 Hasil Uji Tekan Beton Umur 7 Hari**

Variasi %	Berat (g)	Rata-rata berat (g)	C Maxload (KN)	Fc' Mpa	Fc' rata-rata	Kenai kan fc' Mpa
0,00%	8130	8139.5	790,0	35,11	34,44	0,00
	8149		760,1	33,78		
1,00%	7989	7956.5	556,1	24,72	25,65	0,00
	7924		597,6	26,56		
1,50%	7790	7877,0	552,4	24,55	23,16	0,00
	7964		489,8	21,77		

Dari tabel 3.1 terlihat bahwa terjadi penurunan pada seluruh komposisi 1%-1,5% penambahan ijuk. Untuk komposisi 1% penurunan yang terjadi kurang dari 20% dan untuk komposisi 1,5% penurunan yang terjadi kurang dari 20%. Ini dapat dikarenakan ikatan matriks beton pada komposisi ini lebih cepat mengikat pada umur awal beton. Ini dapat terjadi karena proses ikatan matriks beton dan serat ijuk belum maksimal sehingga terjadi penurunan yang cukup drastis terutama pada komposisi 1% dan 1,5% ijuk.

**Tabel 3.2 Hasil Uji Tekan Beton Umur 14 Hari**

Variasi %	Berat (g)	Rata-rata berat (g)	C Maxload (KN)	Fc' Mpa	Fc' rata-rata	Kenai kan fc' Mpa
0,00%	8088	8113,0	876,0	38,93	38,42	11.54

	8138		853,0	37,91				7562		621,0	27,60	2	
1,00%	7947	7915,5	651,0	28,93	28,53	11,20							
	7884		633,0	28,13									
1,50%	7743	7748,0	466,0	20,71	21,00	-9,33							
	7753		479,0	21,29									

Pada umur 14 hari beton sudah mencapai sekitar 91.69% kekuatan yang direncanakan pada beton normal. Dari tabel 3.2 terlihat bahwa terjadi kenaikan pada seluruh komposisi 1% penambahan ijuk. Dan penurunan terbesar masih pada komposisi 1,5% karena banyaknya ijuk yang menyebabkan balling effect pada saat mixing, matrix betonnya belum saling mengikat dengan serat ijuk. Hanya pada komposisi 1% yang kenaikan cukup kecil yaitu 11,20%. Ini dikarenakan pada komposisi 1% kekuatan beton sudah hampir mencapai maksimum sehingga matriks beton dan serat ijuk sudah mulai menyatu

**Tabel 3.3 Hasil Uji Tekan Beton Umur 21 Hari**

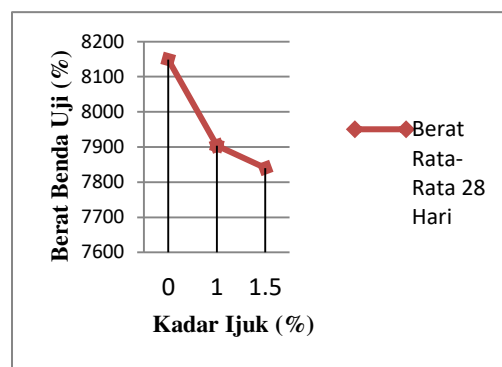
Variasi %	Berat (g)	Rata-rata berat (g)	C Maxload (KN)	Fc' Mpa	Fc' rata-rata	Kenaikan fc' Mpa
0%	8131	8180,5	939,0	41,73	41,5	8,09
	8230		930,0	41,33	3	
1%	7901	7850,5	689,8	30,66	30,3	6,34
	7800		675,7	30,03	4	
1,5 %	7693	7681,5	585,4	26,02	26,1	24,42
	7670		590,5	26,24	3	

Pada umur 21 hari beton sudah mencapai sekitar 99% kekuatan yang direncanakan pada beton normal. Dari tabel 3.3 terlihat bahwa terjadi kenaikan pada seluruh komposisi 1% -1,5% penambahan ijuk. Dan kenaikan terbesar pada komposisi 1,5%.

**Tabel 3.4 Hasil Uji Tekan Beton Umur 28 Hari**

Varia si %	Berat (g)	Rata-rata berat (g)	C Maxload (KN)	Fc' Mpa	Fc' rata-rata	Kenaikan fc' Mpa
0%	8146	8149,0	943,7	41,94	41,9	0,89
	8152		942,0	41,87	0	
1%	7591	7601,5	700,0	31,11	31,3	3,26
	7612		710,0	31,56	3	
1,5%	7571	7566,5	622,0	27,64	27,6	5,70

Umur beton 28 hari adalah kondisi dimana kuat tekan beton telah mencapai 100% (maksimum). Dari tabel 3.4 terlihat bahwa pada komposisi 1% dan 1,5% nilai kuat tekannya (Fc') meningkat dibandingkan dengan umur 21 hari tetapi tidak terlalu signifikan. Pada komposisi 1% mengalami peningkatan 3,26% sedangkan pada komposisi 1,5% mengalami peningkatan 5,70%. Berikut adalah grafik pengaruh berat benda uji di umur 28 hari terhadap penambahan kadar ijuk dan grafik hasil kuat tekan dibandingkan dengan umur beton dengan masing-masing komposisi:

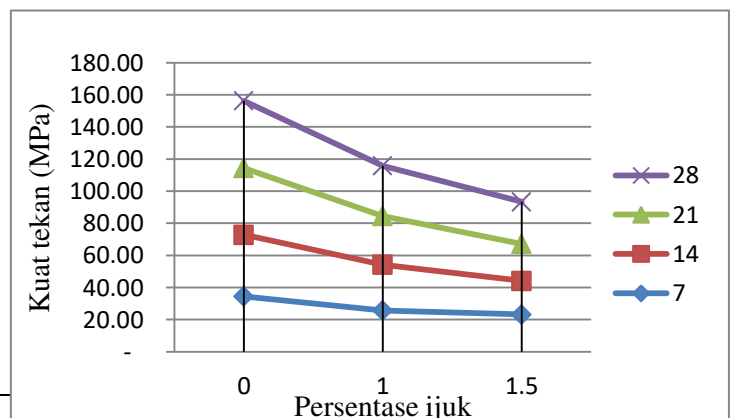


**Gambar 3.1 Berat benda uji beton ijuk dibandingkan beton normal umur 28 hari**

Gambar 3.1 menunjukkan pengaruh berat benda uji di umur 28 hari terhadap penambahan kadar ijuk. Kondisi berat benda uji terhadap kadar ijuk adalah :

- ❖ Pada kadar 0,00% berat benda uji normal.
- ❖ Pada kadar 1,00% , berat benda uji mengalami penurunan yang cukup signifikan.
- ❖ Pada kadar 1,50% , berat benda uji mengalami penurunan yang cukup signifikan.

Secara keseluruhan, penurunan berat dari benda uji disebabkan oleh karena nilai slump yang semakin rendah, seiring dengan penambahan kadar ijuk yang semakin besar persentasenya. Penurunan nilai slump menyebabkan tingkat workability yang semakin menurun. Dalam arti akan menyebabkan sulitnya proses pemadatan pada saat proses pencetakan benda uji.



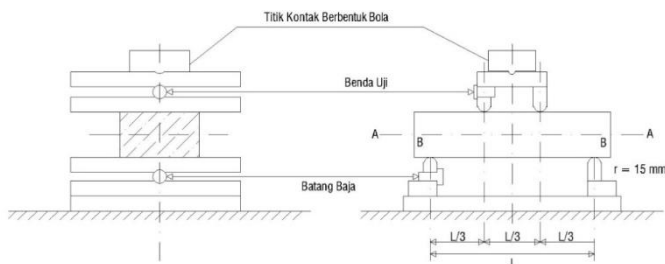
**Gambar 3.2 Grafik Kuat Tekan vs Persentase Ijuk**

Dari pengujian kuat tekan 28 hari di gunakan analisis dengan regresi polinomial untuk mendapatkan kuat tekan maksimum dengan komposisi teroptimum yaitu pada komposisi 1%. Data yang disajikan merupakan rata-rata kuat tekan 28 hari pada masing-masing komposisi kemudian ditarik garis regresi polinomial ini. Prosedur dalam penggetesan sesuai dengan ASTM C39/ C39M-03. Pertama benda uji harus sudah dikeluarkan dari kolam curing minimal 18 jam sebelum dites. Setelah benda uji kering udara, benda uji terlebih dahulu ditimbang. Kemudian benda uji diletakkan ditengah-tengah alat uji dan ditekan dengan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm2 perdetik hingga mengalami failure. Berikut ialah gambar dari tes kuat tekan:

**Hasil Kuat Tarik Lentur**

Pengujian kuat lentur ini berdasarkan SNI 4431-2011 dan pada penelitian ini menggunakan metode Third-Point Loading, yaitu pengujian beton secara langsung dimana pengujian bersifat destruktif, yang berarti benda uji dilakukan pengujian hanya 1 kali pengujian. Hal ini dikarenakan benda uji yang telah dilakukan pengujian menjadi rusak dan tidak dapat digunakan lagi untuk pengujian lainnya. Benda uji yang digunakan berupa balok beton berpenampang bujur sangkar dengan panjang total balok empat kali lebar penampangnya. Waktu pengujian, kedua blok tumpuan tidak boleh bergeser, bentang antara dua blok tumpuan adalah 450 mm dengan toleransi 9 mm.

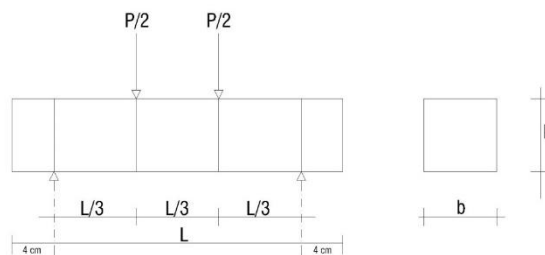
Kecepatan beban harus dilakukan kontinyu tanpa menimbulkan efek kejut. Patahnya benda uji di daerah pusat pada 1/3 jarak titik perletakan dari bagian tarik beton. Pengujian ini menggunakan benda uji berbentuk balok sebanyak 4 buah dengan ukuran 15 x 15 x 60 cm yang akan diuji pada umur 28 hari, untuk mengujinya menggunakan 1 titik pembebanan, dimana lendutan yang dipantau terletak pada 2 titik, yaitu sepertiga bentang dari masing-masing ujung perletakan benda ujinya.



**Gambar 3.3 Benda Uji, Perletakan dan Pembebanan**

Keterangan Gambar :

- A-A adalah sumbu memanjang
- B adalah titik-titik perletakan
- C adalah titik-titik pembebanan



**Gambar 3.4 Model Pengujian Balok Beton dengan Metode Third-Point Loading**

Keterangan Gambar :

- L : adalah jarak (bentang) antara dua garis perletakan (cm)
- b : adalah lebar tampak lintang benda uji (cm)
- h : adalah tinggi tampak lintang benda uji (cm)
- P : adalah beban tertinggi yang ditunjukkan oleh mesin uji (kg)

Dari hasil pengujian sesuai dengan pola retak lentur diatas, besarnya kuat lentur dapat dihitung menggunakan persamaan rumus 3 :

$$\sigma = (P.L) / [b.h]^2 \dots\dots\dots(3)$$

**Tabel 3.5 Hasil Uji Lentur Beton Umur 28 Hari**

Var iasi %	Berat (g)	Rata-Rata Berat (g)	Ma xloa d (K N)	Flexu ral Mpa	Flexu ral Rata-Rata	Flexura l (Kg/cm 2)
0%	32300	3215	40,0	5,33	5,36	54,38
	32000	0,0	40,5	5,40		
1%	31800	3179	44	5,87	6,00	62,54
	31790	5,0	46	6,13		

Jika dilihat dari tabel 3.5 diatas, kuat lentur yang dihasilkan pada beton bercampur ijuk dengan komposisi 1% nilainya lebih besar dibandingkan dengan beton normal/ tidak bercampur ijuk (0%). Ini artinya serat ijuk yang tercampur beton dapat menambah nilai kuat lentur dari beton.

Perubahan nilai kuat lentur seharusnya selalu meningkat secara logaritmik seiring bertambahnya umur beton. Akan tetapi terjadinya penurunan pada hari-hari tertentu, kemungkinan dipengaruhi kondisi beton saat proses pencampuran, pengecoran, pembebanan (kecepatan pembebanan yang berbeda) dan kondisi lingkungan. Selain itu, nilai kuat lentur juga dipengaruhi proses curing yang dilakukan. Perawatan yang kurang baik, dapat menyebabkan susut tidak merata (non-uniform shrinkage) yang memiliki pengaruh sensitif terhadap nilai kuat lentur. Kemudian kesalahan lainnya yang mungkin terjadi saat pengecoran adalah distribusi agregat yang tidak merata untuk setiap benda uji dan pemadatan yang kurang memenuhi prosedur.

Hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton menurut standar SNI-03-2847-2002, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma_{lentur} = 0,7\sqrt{\sigma_{tekan}(MPa)}$$

**Tabel 3.6 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton**

Kode	Tegangan Lentur Penelitian (MPa)	$\sigma$ Tekan Penilitia	$\sigma$ Lentur Dari Uji Tekan SNI (MPa) = $0.7\sqrt{\sigma_{tekan}}$
0%	5,36	41,90	4,53
1%	6,00	31,33	3,92

Jika melihat hubungan kuat tekan dan kuat lentur diatas, dapat dilihat bahwa kenaikan kuat tekan pada benda uji tidak selalu diikuti oleh kenaikan kuat lenturnya. Hal tersebut dapat terlihat jelas bahwa benda uji dengan komposisi campuran ijuk 0% memiliki kuat tekan yang paling besar namun tidak diikuti dengan kuat lenturnya. Begitu juga dengan benda uji komposisi campuran ijuk 1% memiliki kuat tekan yang paling kecil namun memiliki kuat lentur yang paling besar. Dalam hal ini serat ijuk sangat berpengaruh terhadap besarnya kuat lentur beton.

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa penambahan ijuk terhadap kuat tekan dan kuat lentur, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Campuran beton yang di tambahkan ijuk membuat workability menjadi lebih sulit dan butuh lebih banyak air untuk mencapai slum prencana.
2. Density beton yang dihasilkan memiliki deviasi yang cukup besar yang dikarenakan beton harus berada dalam kondisi kering oven agar diperoleh density sebebnarnya. Sedangkan penimbangan

massa beton pada saat beton diangkat 1 hari sebelum di tes.

3. Penambahan ijuk pada campuran beton menurunkan kuat tekan beton sebesar 9,04% pada umur 28 hari dengan penambahan komposisi ijuk optimum sebanyak 1%. Ini menunjukkan bahwa penggunaan ijuk tidak banyak memberikan peningkatan kuat tekan dari beton dan semakin besar penambahan komposisi ijuk akan membuat penurunan kuat tekan semakin besar dibandingkan dengan beton normal.
4. Semakin banyak ijuk yang ditambahkan akan menimbulkan massa beton semakin kecil atau ringan.
5. Semakin banyak ijuk yang ditambahkan akan menimbulkan peristiwa balling effect yaitu penggumpalan serat ijuk saat pencampuran beton sehingga menyebabkan persebaran ijuk tidak merata.
6. Pada umur beton 28 hari kuat lentur rata-rata 6,00 MPa pada komposisi ijuk 1%, lebih tinggi 11,94% dari beton komposisi ijuk 0% (beton normal) yaitu nilai kuat lenturnya rata-rata 5,36 MPa.lenturnya. Begitu juga dengan benda uji komposisi campuran ijuk 1% memiliki kuat tekan yang paling kecil namun memiliki kuat lentur yang paling besar. Dalam hal ini serat ijuk sangat berpengaruh terhadap besarnya kuat lentur beton.
7. Kuat tekan beton umur 28 hari lebih besar dari kuat tekan beton umur 7 hari. Hal ini sesuai dengan prinsip bahwa kuat tekan beton akan meningkat selaras dengan peningkatan umur beton.
8. Penambahan serat ijuk dalam beton normal tidak memberikan kenaikan kuat beton yang signifikan Hal ini diakibatkan karena lemahnya gaya adhesi antara serat ijuk dengan matriks beton.
9. Kuat tekan beton 28 hari dengan kadar ijuk 1% memiliki nilai yang mendekati dengan kuat tekan beton konversi 7 hari ke 28 hari. Hal ini membuktikan keakuratan koefisien konversi kuat tekan beton 7 hari ke 28 hari yang bernilai 0,70.

**Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah:

1. Material yang akan digunakan dalam pelaksanaan pengecoran diupayakan dalam kondisi s.s.d (saturated surface dry), sehingga water content (w/c) dapat terkontrol dengan baik, supaya diperoleh kuat tekan yang sesuai.
2. Untuk mengupayakan kondisi yang seragam, sebaiknya pengecoran dilakukan secara bersamaan, atau paling tidak untuk per harinya dikerjakan pada molen / adukan yang sama.

3. Perlu adanya pengujian untuk jangka waktu panjang yaitu diatas 84 hari, hingga kuat lentur yang didapat cenderung tetap, seperti pada kuat lentur beton normal setelah umur 28 hari.
4. Menggunakan high range water reducer agar mencapai workability yang lebih mudah dan target slump mampu tercapai sesuai rencana.
5. Curing pada benda uji susut harus dilakukan secara intensif selama 7 hari awal agar tidak terjadi crack.
6. Agar mendapatkan hasil yang lebih akurat perlu memperbanyak sampel dan memperkecil range komposisi ijuk yang di tambahkan kedalam campuran beton. Disarankan penambahan ijuk pada kisaran 0,5-1% dari volume beton.
7. Perlu mencari metode yang tepat untuk pencampuran ijuk ke dalam campuran beton agar serat ijuk tercampur merata dalam adukan beton.
8. Pada saat pencampuran serat ijuk tidak boleh mengaduk campuran beton terlalu lama karena dapat menyebabkan terjadinya balling effect dan serat ijuk akan mengendap di dasar campuran bila terlalu lama dilakukan pengadukan.
9. Beton campuran ijuk ini sebaiknya digunakan untuk ornamen arsitektur sederhana yang membutuhkan kekuatan lentur seperti kanopi dengan panjang 0,5 meter.

- Dinas Pekerjaan Umum. SNI 03-4433-1999, Spesisifikasi Beton Siap Pakai. PU, 1999.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1989, SK SNI M -08-1989-F Metode Pengujian tentang Analisis Saringan Halus dan Kasar, Yayasan LPMB, Bandung.
- Portland Cement, <http://www.wikipedia-the-free-encyclopedia.org>.
- Shan Somayaji, Civil engineering Materials. New Jersey: Prentice Hall Int., 2001.
- Tjokrodimulyo, K. 1996. Teknologi Beton. Nafiri: Yogyakarta.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book of ASTM Standards Vol 04.02. Amerika Serikat, 2003.
- ASTM Committee C09. ASTM C 33-03, Standard Specification for Concrete Aggregates. ASTM Internasional, 2003.
- ACI Committee 211. ACI 211.1, Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavy Weight and Mass Concrete. ACI, 1991.
- Buku Pedoman Praktikum. Pemeriksaan Bahan Beton dan Mutu Beton.
- British Standard, 1986, Standard Specification for Concrete Aggregates , BS 6717:Part 1:1986, BSI Publications, London.
- Beton Normal. SK. SNI T-15-1990-03, Cetakan Pertama, Bandung: DPU- Yayasan LPMB, 1991.
- Depok : Laboratorium Struktur dan Material Departemen Teknik Sipil, 1998.
- Dinas Pekerjaan Umum. SNI 03-2493-2002, Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. PU, 2002.
- Dinas Pekerjaan Umum. SNI 03-6815-2002, Tata Cara Mengevaluasi Hasil Uji Kekuatan. PU, 2002.
- Dinas Pekerjaan Umum. SNI 03-1974-1990, Metoda Pengujian Kuat Tekan Beton. PU, 1990.