

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT SABUT KELAPA PADA BETON NORMAL DENGAN UJI KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR

Ir. H. Zainuddin, MT ¹⁾

Agustiya Eko Wahyudi ²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Sipil Universitas Bojonegoro

ABSTRAK

Beton merupakan bahan bangunan yang sudah lama di kenal lama dan sangat banyak di gunakan. Beton terdiri dari bahan campuran material semen, pasir, air, kerikil dan bahan tambah. Penggunaan bahan tambah berupa serat sabut kelapa di harapkan bisa memperbaiki sifat mekanik beton khususnya beton normal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi penambahan serat sabut kelapa yang meningkatkan nilai kuat tekan dan kuat lentur beton. Metode pencampuran beton mengacu pada SNI-7656-2012 tentang "Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, Beton Berat dan Beton massa". Pada penelitian ini Benda uji yang di gunakan dalam pengujian kuat tekan adalah *mould* silinder ukuran 15 x 30 cm dan Benda uji yang di gunakan untuk pengujian kuat lentur adalah Balok ukuran 15 x 60 cm. Variasi penambahan serat sabut kelapa adalah 0%, 0,25%, 0,50% dan 1% terhadap berat beton normal. Dari hasil data pengujian kuat tekan beton dapat di ketahui bahwa penambahan serat sabut kelapa dapat meningkatkan kuat tekan beton. Presentase penambahan serat sabut kelapa yang optimal adalah 1% Sebesar 12,67 MPa. Dan Dari hasil data pengujian kuat lentur beton di atas dapat di ketahui bahwa penambahan serat sabut kelapa tidak dapat meningkatkan kuat lentur beton. Presentase penambahan serat sabut kelapa yang optimal adalah 0% yaitu sebesar 19,73 MPa. Variasi 0,25% 17,42 MPa, Variasi 0,50% Memiliki nilai kuat lentur sebesar 15,69 MPa, Sedangkan variasi penambahan serat sabut kelapa 1% memiliki nilai kuat lentur sebesar 15,08 MPa. Namun kekuatan beton tersebut tidak memenuhi kekuatan rencana, Karena memiliki nilai kuat lentur di bawah 20 MPa (Umur benda uji 28 hari) Hal ini Di sebabkan kurang cermatnya peneliti pada proses pengadukan material, dan kurangnya pemeliharaan terhadap material penyusun beton sehingga mempengaruhi nilai kuat tekan beton yang di rencanakan.

Kata Kunci: *Beton serat sabut kelapa, kuat tekan dan kuat lentur.*

¹⁾. Dosen Prodi Teknik Sipil

²⁾. Mahasiswa Teknik Sipil

PENDAHULUAN

Pembangunan di Indonesia dalam arti fisik seperti perumahan dan sarana yang lain, semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Di sisi lain, pembangunan rumah tinggal dengan biaya yang murah merupakan program yang senantiasa di upayakan pemerintah dan di dambakan oleh masyarakat pada saat ini. Dalam upaya untuk menekan biaya bangunan, salah satu caranya adalah dengan pemanfaatan bahan rumah tangga, karena mudah di peroleh, biaya transportasi murah

serta dapat menjadi sumber mata pencaharian masyarakat setempat di antaranya pemanfaatan sabut kelapa yang di ambil serat nya untuk bahan campuran beton.

Para peneliti dari Negara-Negara maju seperti Amerika Serikat dan Inggris telah berusaha memperbaiki sifat-sifat kurang baik pada beton, Yaitu beton mempunyai kuat desak yang tinggi, Tetapi kuat tarik yang rendah, Maka di pasang sejumlah tulangan menerus pada bagian beton yang mengalami gaya tarik dan di harapkan dapat bekerja monolit dengan beton, dan juga dengan cara menambah serat sabut kelapa pada adukan beton yang pada akhirnya di sebut dengan beton serat. Pemikiran dasarnya adalah mencampur beton dengan serat yang di sebarakan secara merata ke dalam adukan beton dengan orientasi yang random, Sehingga dapat mencegah terjadinya retakan-retakan beton terlalu dini, Baik akibat hidrasi maupun akibat pembebanan. (Ir. Tri Mulyono, MT : Teknologi Beton)

Salah satu unsur utama dalam pembangunan itu adalah Beton. Bahan dasar dari beton adalah campuran dari semen, air, agregat halus dan agregat kasar, sedangkan beton yang menggunakan tulangan baja di sebut beton bertulang. Untuk itu, banyak hal yang telah di lakukan dalam rangka mendaur ulang guna mengatasi masalah keberadaan limbah ini. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan limbah tersebut untuk keperluan yang bisa digunakan. Dalam penelitian ini, Mencoba untuk memanfaatkan Limbah serat sabut kelapa untuk di gunakan sebagai bahan tambahan pada campuran beton serat.

Ide dasar pada penggunaan limbah sabut kelapa adalah banyaknya limbah serabut kelapa dari penjual es degan dan pedagang kelapa di pasar-pasar tradisional. Oleh sebab itu, Dalam penelitian ini mencoba untuk memanfaatkan serat sabut kelapa dari limbah tersebut sebagai bahan tambahan dalam pembuatan beton.

Penelitian ini di lakukan dengan membandingkan nilai kuat tekan dan kuat lentur antara beton normal dan beton serat dengan penambahan serat sabut kelapa ke dalam adukan beton. Sabut kelapa di aplikasikan pada bahan tambah untuk mengetahui nilai kuat tekan dan kuat lentur yang di hasilkan. Kemudian dengan penambahan serat sabut kelapa yang berdimensi kecil dan dengan presentase sedikit, di harapkan bahan tambah tersebut mampu untuk mengisi rongga dengan baik sehingga akan menghasilkan massa yang lebih padat dan dapat menghasilkan nilai kuat tekan dan kuat lentur yang tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dan dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Bojonegoro. Objek utama penelitian ini adalah beton normal dan beton serat yang menggunakan bahan tambah sabut kelapa sebesar 0%, 0,25%, 0,50% dan 1% sebagai material serat dengan panjang serat 2 cm. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode regresi linear. Setelah bahan dan alat uji siap serta sampel uji telah dibuat, maka siap untuk di uji sesuai prosedur penelitian. Hasil dari pengujian Laboratorium berupa data-data properties lalu dilanjutkan dengan *mix design* sesuai dengan peraturan SNI-7656-2012 untuk mengetahui pengaruh penambahan serat sabut kelapa pada setiap variasi. Secara umum dari pengujian-pengujian yang akan dilakukan nantinya akan menghasilkan data-data dari kedua sampel untuk kemudian diteliti tentang perbedaan dan perbandingan kedua sampel.

Data adalah hasil pengukuran atau pengamatan suatu variable yang bentuknya dapat berupa angka, kata-kata atau citra. Pada penelitian ini jenis data yang digunakan ada 2 yaitu:

1. Data Primer yang didapatkan dari laboratorium Teknik Sipil Universitas Bojonegoro berupa data properties material penyusun beton, kuat tekan dan kuat lentur.
2. Data sekunder diperoleh dari buku, jurnal atau penelitian sebelumnya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan *Mix design*

Perencanaan campuran beton (*mix design*) dilakukan berdasarkan hasil pengujian dari masing-masing bahan yang akan digunakan untuk pencampuran beton. Perencanaan campuran beton pada penelitian ini sesuai dengan SNI-03-7656-2012. Hasil perencanaan *Mix design* bisa dilihat di tabel 1

Tabel 1. Hasil Perencanaan *Mix Design*

No	Uraian	Tabel/Grafik	Ket	Nilai
1.	Kuat tekan yang direncanakan 28 hari	Ditetapkan	f _c	20 Mpa
2.	Nilai Slump	Ditetapkan	75-100	75-100 mm

3.	Ukuran Agregat nominal	Ditetapkan	Tabel 3.8	37,5 mm
4.	Perkiraan air pencampur dan kandungan udara	Ditetapkan	Tabel 2.10	181 kg/m ³ dan 1%
5.	Penentuan rasio air semen	Dihitung	Tabel 2.7	0,69
6.	Perhitungan kadar semen	Dihitung	no.4/no.5	296,72 kg/m ³
7.	Perkiraan kadar agregat kasar	Ditetapkan	-	1196,79 kg/m ³
8.	Perkiraan kadar agregat halus	Ditetapkan	-	736,53 kg/m ³
9	Kandungan air	Ditetapkan	-	181,12 kg
10	Perkiraan campuran untuk 1m ³	Dihitung	-	Air = 181.12kg Semen= 262.319 Agg.Kasar=1215.22kg Agg.Halus= 770.93kg
11	Perkiraan untuk 3 benda uji silinder	Dihitung	-	Air = 1.919kg Semen = 2.780 Agg. Kasar=12.878kg Agg. Halus =8.170kg Total berat= 25.748kg
12	Perkiraan untuk 2 benda uji (Balok)	Di hitung		Air= 4.890kg Semen= 7.083kg Agg. Kasar= 32.811kg Agg. Halus= 20.815kg Total berat= 65.599kg

Kebutuhan Serat Sabut Kelapa Setiap Variasi Dari Total Berat Beton (Silinder)

1. Variasi Penambahan Serat sabut kelapa 0,25% Untuk 3 benda uji Silinder

$$(0,25\% : 100 \times 25,748) = 0,097 \text{ kg}$$

2. Variasi Penambahan serat sabut kelapa 0,50% Untuk 3 benda uji Silinder

$$(0,50\% : 100 \times 25,748) = 0.193 \text{ kg}$$

- Variasi Penambahan serat sabut kelapa 0,50% Untuk 3 benda uji Silinder
 $(1\% : 100 \times 25,748) = 0.386 \text{ kg}$

Kebutuhan Serat Sabut Kelapa Setiap Variasi Dari Total Berat Beton (Balok)

- Variasi penambahan serat sabut kelapa 0,25% untuk 2 Benda uji
 $(0,25\% : 100 \times 65.599) = 0.164$
- Variasi penambahan serat sabut kelapa 0,50% untuk 2 Benda uji
 $(0,50\% : 100 \times 65.599) = 0.328$
- Variasi penambahan serat sabut kelapa 1% untuk 2 Benda uji
 $(1\% : 100 \times 65.599) = 0.656$

Hasil Pengujian Beton Keras

Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mengetahui berat jenis beton keras yang nantinya akan di gunakan dalam perhitungan beban berat sendiri sebuah bangunan. Berdasarkan rumus 2.7 Hasil berat jenis beton keras dapat di lihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil berat jenis beton keras

No. Benda Uji	Berat kering beton (kg)				Volume beton (m ³)	Berat jenis beton (kg/m ³)				
	-1					-2	(3) = (1) / (2)			
	Serat sabut kelapa 0%	Serat sabut kelapa 0,25%	Serat sabut kelapa 0,50%	Serat sabut kelapa 1%		Serat sabut kelapa 0%	Serat sabut kelapa 0,25%	Serat sabut kelapa 0,50%	Serat sabut kelapa 1%	
1	12,465	12,435	12,260	12,360	0,0052988	2352,41	2346,75	2313,73	2332,60	
2	12,320	11,931	12,140	12,900	0,0052988	2325,05	2251,64	2291,08	2434,51	
3	12,078	12,325	12,245	12,490	0,0052988	2279,38	2325,99	2310,90	2357,13	
Rata- Rata	12,287	12,230	12,248	12,583		2318,94	2308,12	2305,23	2374,74	

Dari hasil data di atas dapat di ketahui bahwa Beton dengan penambahan serat sabut kelapa bisa di sebut sebagai beton normal, karena memiliki berat jenis lebih dari

2.200 sampai 2.500. Beton dengan variasi penambahan serat sabut kelapa sebesar 1% memiliki berat jenis paling tinggi di antara variasi lain.

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji pada umur 28 hari. Pengujian kuat tekan ini dilakukan dengan menggunakan Compression Testing Machine untuk mendapatkan beban maksimum yaitu beban pada saat beton hancur ketika menerima beban tersebut (P max). Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari

Nama sampel	No. benda uji	Luas penampang (mm) $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$	Hasil tegangan benda uji (1 ton = 9806,65)	Mutu beton (MPa)	Kuat tekan rata-rata
serat sabut kelapa 0%	1	17.662,5	205.939,65	11,65	12,21
	2	17.662,5	245.166,25	13,88	
	3	17.662,5	196,133	11,10	
serat sabut kelapa 0,25%	1	17.662,5	215.746,3	12,21	12,39
	2	17.662,5	205.939,65	11,65	
	3	17.662,5	235.359,6	13,32	
serat sabut kelapa 0,50%	1	17.662,5	196,133	11,10	12,58
	2	17.662,5	225.552,95	12,77	
	3	17.662,5	245.166,25	13,88	
serat sabut kelapa 1%	1	17.662,5	205.939,65	11,65	12,67
	2	17.662,5	210.842,97	11,93	
	3	17.662,5	254.972,9	14,43	

Dari hasil data pengujian kuat tekan beton di atas dapat diketahui bahwa penambahan serat sabut kelapa dapat meningkatkan kuat tekan beton. Variasi penambahan serat yang optimal adalah 1% memiliki nilai kuat tekan rata-rata 12,67 MPa, Variasi 0% memiliki nilai kuat tekan rata-rata 12,39 MPa, Variasi 0,25%

memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 12,39 dan variasi 0,50% 12,58 MPa. Namun kekuatan beton tersebut tidak memenuhi kekuatan rencana, Karena memiliki nilai kuat tekan di bawah 20 MPa (Umur benda uji 28hari). Hal ini Di sebabkan kurang cermatnya peneliti pada proses pengadukan material, dan kurangnya pemeliharaan terhadap material penyusun beton sehingga mempengaruhi nilai kuat tekan beton yang di rencanakan.

Hasil Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan Alat Uji Kuat Lentur untuk mendapatkan kuat lentur maksimum yaitu beban pada saat beton patah ketika menerima beban tersebut. Hasil pengujian kuat lentur beton dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian kuat lentur beton umur 28 hari

Nomor Benda uji	1	2	3	4
Presentase penambahan serat	0%	0,25%	0,50%	1%
Berdasarkan rumus 2.17 dan rumus 2.18	Rumus (1): $\sigma_1 = \frac{p \times L}{b \times h^2}$	Rumus (1) $\sigma_1 = \frac{p \times L}{b \times h^2}$	Rumus (1): $\sigma_1 = \frac{p \times L}{b \times h^2}$	Rumus (1): $\sigma_1 = \frac{p \times L}{b \times h^2}$
Umur benda uji (hari)	28	28	28	28
Lebar benda uji (mm)	150	150	150	150
Tinggi benda uji (mm)	150	150	150	150
Panjang benda uji (mm)	600	600	600	600
Berat benda uji (kg)	30,810	28,880	30,001	29,860
Volume benda uji (cm ³)	13,500	13,500	13,500	13,500
Berat volume (kg/cm ³)	2282,22	2139,25	2245,96	2211,85
Beban Maksimum (P) (1 ton = 9,806.65)	17	15	13,5	13
Jarak bentang antara 2 garis perletakan L (mm)	400	400	400	400
Lebar tampak lintang B (mm)	150	150	150	150

Tinggi tampak lintang H (mm)	150	150	150	150
Perhitungan	$\sigma_1 = \frac{p \times L}{b \times h^2}$ = $\frac{166,713 \times 400}{150 \times 150^2}$	$\sigma_1 = \frac{p \times L}{b \times h^2}$ = $\frac{147,099 \times 400}{150 \times 150^2}$	$\sigma_1 = \frac{p \times L}{b \times h^2}$ = $\frac{132,389 \times 400}{150 \times 150^2}$	$\sigma_1 = \frac{p \times L}{b \times h^2}$ = $\frac{127,486 \times 400}{150 \times 150^2}$
Kuat lentur (MPa)	= $\frac{666}{33,75}$ = 19,73	= $\frac{588}{33,75}$ = 17,42	= $\frac{529,559}{33,75}$ = 15,69	= $\frac{509}{33,75}$ = 15,08

Dari hasil data pengujian kuat lentur beton di atas dapat di ketahui bahwa penambahan serat sabut kelapa tidak dapat meningkatkan kuat lentur beton. Presentase penambahan serat sabut kelapa yang optimal adalah 0% yaitu sebesar 19,73 MPa. Variasi 0,25% 17,42 MPa, Variasi 0,50% Memiliki nilai kuat lentur sebesar 15,69 MPa, Sedangkan variasi penambahan serat sabut kelapa 1% memiliki nilai kuat lentur sebesar 15,08 MPa. Namun kekuatan beton tersebut tidak memenuhi kekuatan rencana, Karena memiliki nilai kuat lentur di bawah 20 MPa (Umur benda uji 28 hari) Hal ini Di sebabkan kurang cermatnya peneliti pada proses pengadukan material, dan kurangnya pemeliharaan terhadap material penyusun beton sehingga mempengaruhi nilai kuat tekan beton yang di rencanakan.

Hasil Analisa Regresi *Linear* (Kuat Tekan)

Dalam statistika, Regresi *linear* adalah sebuah pendekatan untuk memodelkan hubungan antara variable Terikat Y dan satu atau lebih variable bebas yang di sebut X. Salah satu kegunaan dari regresi *linear* adalah untuk melakukan prediksi berdasarkan data-data yang telah di miliki sebelumnya. Berikut ini adalah hasil output spss bisa di lihat pada Tabel 5 Hasil output spss model *summary* di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Mundur Jumlah Penduduk

Model	R	RSquare	AdjustedR Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					RSquare Change	FChange	df1	df2	Sig.F Change
1	.151 ^a	.023	-.075	1.20098	.023	.233	1	10	.639

a. Predictors: (Constant), Variasi

b. Dependent Variable: Kuat Tekan

Catatan: Jika Nilai R 0,00 – 0,25 = Tidak ada hubungan/Hubungan Lemah

0,26 – 0,50 = Hubungan sedang

0,51 – 0,75 = Hubungan kuat

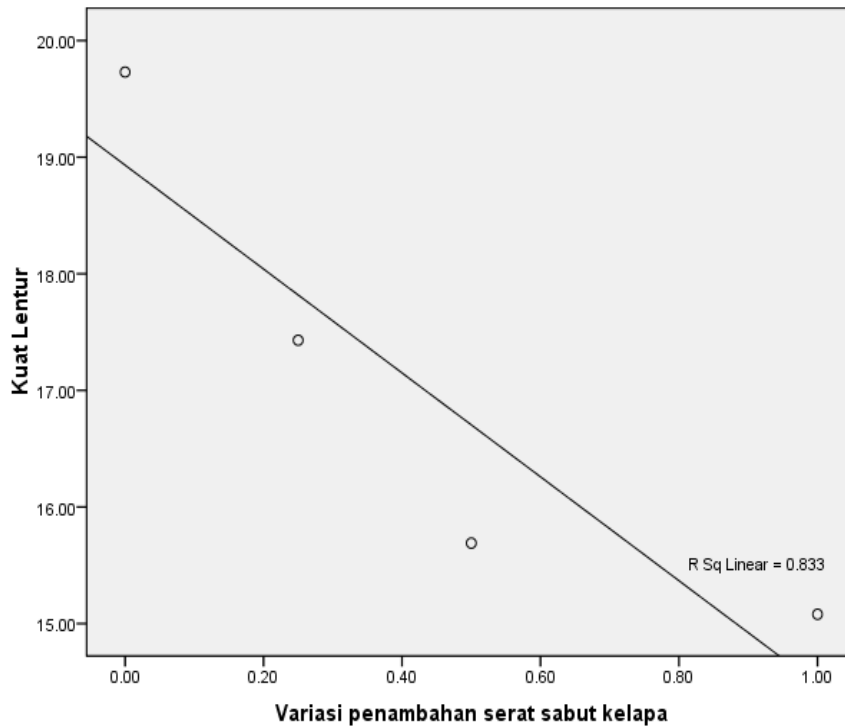
0,76 – 1,00 = Hubungan sangat kuat/Mempengaruhi

R : Menjelaskan besarnya nilai korelasi (Hubungan). Pada tabel 4.7 di atas Nilai R adalah 0,151 yang artinya (Hubungan lemah/Tidak ada pengaruh)

R square adalah (Koefisien Determinasi) Menjelaskan seberapa besar pengaruh penambahan serat sabut kelapa (X) Terhadap kuat Tekan beton (Y). Pada tabel 4.7 di atas Nilai R square adalah 0,023 yang mengandung arti bahwa pengaruh penambahan serat sabut kelapa (independen) terhadap kuat tekan beton (dependen) adalah sebesar 0,023%. Sedangkan sisanya di pengaruhi oleh variable lain di luar penelitian.

Hasil Analisa Regresi Linear (Kuat Lentur)

Berdasarkan nilai T di ketahui T hitung sebesar $23.408 < 2,22814$ (Nilai T tabel), Sehingga dapat di simpulkan bahwa variable X (Variasi penambahan serat sabut kelapa) berpengaruh/Hubungan Sangat kuat terhadap Variabel Y (Kuat Lentur). Berdasarkan Nilai signifikansi dari Tabel *Coefficientsa* di peroleh Nilai signifikansi sebesar $0,087 >$ dari nilai probabilitas 0,05, Sehingga dapat di simpulkan bahwa Penambahan serat sabut kelapa (X) Berpengaruh/Hubungan kuat Terhadap Kuat Lentur (Y). Agar lebih mudah dalam membaca Output Spss Persamaan Regresi maka di sajikan dalam bentuk grafik bias di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Persamaan Hasil Regresi Kuat Lentur

Dari Grafik di atas dapat diketahui bahwa penambahan serat sabut kelapa mempunyai pengaruh dalam meningkatkan kuat lentur beton. Variasi penambahan serat sabut kelapa yang optimal adalah variasi 0%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil pengujian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa penambahan serat sabut kelapa mempunyai pengaruh dalam meningkatkan kuat tekan beton, Variasi penambahan serat sabut kelapa yang optimal adalah 1%. Variasi 1% memiliki nilai Kuat tekan rata-rata sebesar 12,67 MPa. Variasi 0% memiliki nilai kuat tekan sebesar 12,21 MPa. Variasi 0,25% memiliki nilai rata-rata kuat tekan 12,39 sedangkan variasi 0,50% mencapai nilai kuat tekan rata-rata sebesar

12,58. Namun kekuatan tersebut tidak memenuhi target kekuatan rencana umur 28 hari yaitu sebesar 20 Mpa.

2. Dari hasil data pengujian kuat lentur beton di atas dapat di ketahui bahwa penambahan serat sabut kelapa tidak dapat meningkatkan kuat lentur beton. Presentase penambahan serat sabut kelapa yang optimal adalah 0% yaitu sebesar 19,73 MPa. Variasi 0,25% 17,42 MPa, Variasi 0,50% Memiliki nilai kuat lentur sebesar 15,69 MPa, Sedangkan variasi penambahan serat sabut kelapa 1% memiliki nilai kuat lentur sebesar 15,08 MPa. Namun kekuatan beton tersebut tidak memenuhi kekuatan rencana, Karena memiliki nilai kuat lentur di bawah 20 MPa (Umur benda uji 28 hari) Hal ini Di sebabkan kurang cermatnya peneliti pada proses pengadukan material, dan kurangnya pemeliharaan terhadap material penyusun beton sehingga mempengaruhi nilai kuat tekan beton yang di rencanakan

Saran

Berdasarkan uraian pada pembahasan dan hasil penelitian ternyata masih banyak kekurangan dari penelitian ini, maka untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik lagi dapat perlu di perhatikan beberapa hal berikut ini:

1. Dalam pekerjaan pembuatan beton harus sangat teliti dan ketat, agar diperoleh sampel yang baik maka perlu diperhatikan pada saat pengadukan dan penumbukan. Karena apabila dalam penumbukan tidak merata, maka sampel benda uji akan mengalami keropos dan ini akan sangat mempengaruhi hasil uji kekuatan
2. Di perlukan material beton (Pasir, batu pecah/koral) yang berkualitas baik karena kondisi material saat pengujian di laboratorium dengan kenyataan di lapangan sangatlah berbeda. Pada saat pengujian material di laboratorium skala pengujiannya hanya skala kecil, jadi bias di akali dengan di cuci dll. Agar Material bias lolos uji Laboratorium. Tapi Kenyataan di lapangan membutuhkan material dalam skala banyak yang tidak memungkinkan untuk di cuci dll. Selain soal material, ketelitian dalam penimbangan material bahan

penyusun beton juga sangat berpengaruh agar beton bisa mencapai kuat tekan sesuai rencana.

REFERENSI

- Badan Standardisasi Nasional, 2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, SNI 03-2834-2000, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2000, *Semen Portland*. SNI 15-2049-2000, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2004, *Semen Portland Pozolan*. SNI 15-2049-2004, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2011, *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*, SNI 1974-2011, Jakarta.
- Murdock, L.J. dan Brook, K.M., 2003, *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga, Jakarta.
- Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi beton*. Nafitri: Yogyakarta.
- Prahara, E., Liong G. T. dan Rachmansyah, 2015, *Analisa Pengaruh Penggunaan Serat Serabut Kelapa Dalam Presentase Tertentu Pada Beton Mutu Tinggi*, Jurnal Dinamika Teknik Sipil, Universitas Binus, Jakarta