

Analisis Kuat Lentur Balok Dengan Pemanfaatan Perkuatan Limbah Kulit Tebu Sebagai Alternatif Tulangan

Yonas Prima Arga Rumbyarso¹⁾, Gali Pribadi²⁾

^{1,2)} Universitas Krisnadwipayana, Indonesia

Corresponding author

E-mail: yonasprima@unkris.ac.id¹, galipribadi@unkris.ac.id²



Diterima : 16 - 01 - 2025
Direvisi : 22 - 01 - 2025
Dipublikasi : 31 - 01 - 2025

Kata Kunci : Kulit Tebu, Kuat Tekan, Kuat Lentur, Tulangan Baja.

Abstract: Steel reinforcement is often used to resist tensile in concrete, but steel resources are limited and the price is getting more expensive. Sugarcane peel can be an alternative to steel reinforcement because its utilization is still minimal. This study aims to analyze the compressive strength of concrete with a quality of $f'c$ 25 MPa, determine the bending strength of the beam, and the effect of sugar cane skin wrapped around scrap iron on the bending strength and deflection of the beam at the age of 28 days. The method used is experimental, by analyzing concrete beams reinforced with sugarcane peel and scrap iron. The results showed that the compressive strength of concrete at the age of 28 days was 25.43 MPa. The flexural strength of the beams with sugarcane peel reached 52.13 kg/cm², greater than the normal beam of 49.88 kg/cm². The average deflection of the beams with sugarcane peel reinforcement was 0.633 cm at the age of 28 days.

Abstrak: Tulangan baja sering digunakan untuk menahan tarik pada beton, namun sumber daya baja terbatas dan harganya semakin mahal. Kulit tebu dapat menjadi alternatif pengganti tulangan baja karena masih minim pemanfaatannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kuat tekan beton dengan mutu $f'c$ 25 MPa, mengetahui kuat lentur balok, serta pengaruh kulit tebu yang dililitkan dengan besi scrap terhadap kuat lentur dan lendutan balok pada umur 28 hari. Metode yang digunakan adalah eksperimen, dengan menganalisis balok beton yang diperkuat kulit tebu dan besi *scrap*. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan beton pada umur 28 hari sebesar 25,43 MPa. Kuat lentur pada balok dengan kulit tebu mencapai 52,13 kg/cm², lebih besar dibandingkan balok normal yang 49,88 kg/cm². Lendutan rata-rata pada balok dengan tulangan kulit tebu adalah 0,633 cm pada umur 28 hari.

PENDAHULUAN

Beton adalah material konstruksi yang umum digunakan dalam berbagai bangunan. Kualitas beton yang memadai sangat penting, dan banyak penelitian dilakukan untuk mencari alternatif penggunaan beton yang lebih tepat dan efisien. Beton memiliki keunggulan seperti kuat tekan tinggi, fleksibilitas bentuk, ketahanan terhadap api, dan biaya perawatan yang rendah, menjadikannya salah satu bahan pembentuk struktur utama (Kardiyono, T., 1996). Seiring dengan melambungnya harga baja tulangan maka biaya pembuatan beton bertulang menjadi mahal. Mahalnya biaya pembuatan beton merupakan salah satu permasalahan signifikan yang perlu segera diatasi guna mendukung perkembangan teknologi di bidang konstruksi, khususnya dalam hal pengelolaan biaya pembuatan struktur bangunan yang semakin meningkat. Biaya tinggi yang terkait dengan material seperti baja tulangan sering kali menjadi hambatan dalam proyek konstruksi, terutama dalam proyek-proyek besar dengan anggaran terbatas. Oleh karena itu, sangat penting untuk mencari solusi yang dapat mengurangi biaya tanpa mengorbankan kualitas dan keamanan struktur. Salah satu solusi potensial adalah dengan menemukan bahan pengganti baja tulangan yang dapat digunakan dalam pembuatan beton atau bahkan bahan tambah yang dapat mengurangi jumlah baja tulangan yang diperlukan. Penggunaan bahan-bahan alternatif ini harus diperhatikan dengan cermat agar tidak mengurangi kualitas mutu beton, sehingga beton yang dihasilkan tetap memenuhi standar yang ditetapkan dalam pekerjaan konstruksi dan mampu memberikan kekuatan serta daya tahan yang optimal. Selain itu, pengembangan material alternatif ini diharapkan dapat membawa dampak positif tidak hanya dalam hal pengurangan biaya, tetapi juga dalam meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, mengurangi ketergantungan pada bahan yang sulit diperoleh, dan menciptakan solusi yang lebih ramah lingkungan, tanpa mengabaikan aspek keselamatan dan keberlanjutan dalam konstruksi bangunan. Penggunaan kulit tebu sebagai pengganti tulangan balok merupakan sebuah ide inovatif karena kulit tebu adalah bahan yang mudah didapat dan memiliki sifat-sifat yang cukup baik untuk digunakan sebagai pengganti tulangan, terutama dalam konstruksi bangunan sederhana. Kulit tebu memiliki kekuatan dan kepadatan yang memadai, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif tulangan yang efisien. Selain itu, penggunaan kulit tebu juga membawa keuntungan ekonomi dan ekologis yang signifikan. Sebagai bahan limbah dari industri gula, kulit tebu sering kali dibuang begitu saja tanpa dimanfaatkan, padahal potensinya sebagai material konstruksi sangat besar. Dengan memanfaatkan kulit tebu sebagai pengganti tulangan, tidak hanya dapat mengurangi jumlah limbah yang terbuang, tetapi juga dapat mengurangi ketergantungan pada bahan-bahan konstruksi yang lebih mahal dan berpotensi memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Penggunaan kulit tebu sebagai alternatif ini juga dapat mengurangi jejak karbon dari industri konstruksi yang selama ini banyak mengandalkan material yang memerlukan proses manufaktur yang intensif energi. Meskipun demikian, untuk memastikan bahwa kulit tebu dapat berfungsi dengan efektif dan aman sebagai pengganti tulangan, diperlukan penelitian dan studi lebih lanjut guna mengevaluasi kestabilan, daya tahan, dan keamanannya dalam jangka panjang.

KAJIAN PUSTAKA

Bahan-bahan penyusun beton :

1) Semen

Semen merupakan suatu bahan perekat kimia yang memberikan perkerasan terhadap material campuran lain menjadi suatu bentuk yang tahan lama dan kaku. Kapur dan tanah

liat merupakan bahan alami yang memiliki banyak keterbatasan, oleh sebab itu dalam semen diproduksi dengan kondisi terkontrol yang kemudian dikemas serta dapat diangkut ke tempat yang diperlukan dengan mudah. Jenis-jenis semen adalah sebagai berikut :

- Semen Portland
- Semen Portland Pozzolan
- Semen Portland Composite



Gambar 1. Semen Portland Komposit

- Semen Putih
- Semen Sumur Minyak
- Semen Super Mansonry
- Semen Campuran
- Semen Anti Bakteri
- Semen High Alumina

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen :

$$FAS = \frac{w}{c} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

w = berat air

c = berat semen

Faktor air semen merupakan ukuran kekuatan beton, maka faktor ini merupakan kriteria yang utama dalam desain struktur beton pada umumnya. Biasanya dinyatakan dalam perbandingan berat air terhadap berat semen dalam campuran beton.

2) Agregat Halus

Agregat halus adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran kurang dari 5 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200.

Tabel 1. Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan (Ayakan)				% Lolos Saringan / Ayakan SNI 03-2834-2000				ASTM C-33 Fine Aggregate Sieve Analysis
				Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus	
mm	SNI	ASTM	inch	Gradasi No.1	Gradasi No.2	Gradasi No.3	Gradasi No.3	
9,50	9,6	3/8 in	0,3750	100 – 100	100 – 100	100 – 100	100 – 100	100 – 100
4,75	4,8	No. 4	0,1870	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100	95 – 100
2,36	2,4	No. 8	0,0937	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100	80 – 100
1,18	1,2	No. 16	0,0469	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100	50 – 85
0,60	0,6	No. 30	0,0234	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100	25 – 60
0,30	0,3	No. 50	0,0117	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50	5 – 30
0,15	0,15	No. 100	0,0059	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15	0 - 10

Sumber : SNI 03-2834-2000 & ASTM C-33

3) Agregat Kasar

Yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat yang berukuran lebih besar dari 5 mm, sifat yang paling penting dari suatu agregat kasar adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen,

porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan.

4) Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butiran-butiran agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 30% dari berat semen saja, Jika dalam penggunaannya terjadi kelebihan air, maka kekuatan beton yang dihasilkan juga akan rendah serta beton menjadi poros / berongga. Hal ini disebabkan karena adanya peristiwa bleeding, yaitu pergerakan air ke permukaan bersama dengan partikel semen pada adukan beton segar yang baru saja di tuang, tempat yang ditinggalkan partikel semen ini akan menjadi ruang-ruang kosong pada beton.

Bahan tambahan pada beton, di Indonesia bahan tambahan telah banyak digunakan, manfaat-manfaat dari bahan tambahan tersebut perlu dibuktikan dengan menggunakan bahan agregat dan jenis semen yang sama dengan bahan yang akan dipakai di lapangan. Bahan tambahan yang dikenal sekarang terdiri dari 2 (dua) jenis, yaitu :

- Jenis bahan tambah mineral (*additive*);
- Jenis bahan tambah kimia (*admixture*).

Bahan tambah yang terbuat dari bahan kimia harus memenuhi syarat yang diberikan dalam *American Society for Testing Materials* (ASTM). Bahan tambahan yang digunakan memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan atau penghematan bahan penyusun beton.

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 1974-2011), rumus untuk mendapatkan kuat tekan adalah sebagai berikut :

$$f'c = \frac{P}{a} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

$f'c$ = Kuat tekan beton (MPa = N/mm²)

P = Beban maksimum (kN)

A = Luas penampang (mm²)

Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (ASTM C293/C293 M-10). Kuat lentur dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$flt = \frac{3PL}{2bd^2} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

flt = Kuat lentur (MPa);

P = Beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan balok uji (N);

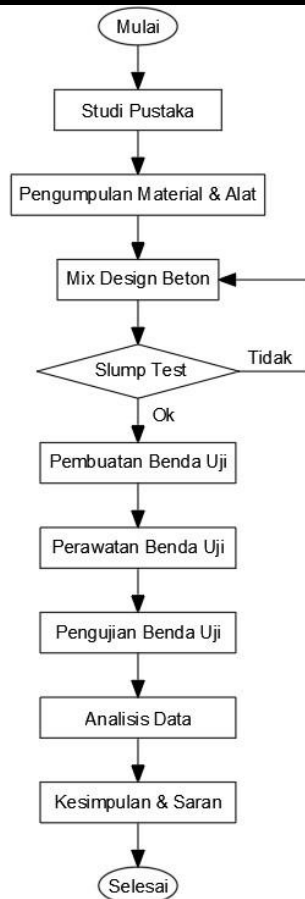
L = Panjang bentang diantara kedua balok tumpuan (mm);

b = Lebar balok rata-rata pada penampang runtuh (mm);

d = Tinggi balok rata-rata pada penampang runtuh (mm).

METODE PENELITIAN

Adapun langkah – langkah penelitian tersebut yang divisualisasikan dalam diagram alir sebagai berikut ini :



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Metodologi penelitian adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Tujuan dari penelitian itu sendiri, antara lain :

- Untuk memperoleh pengetahuan atau penemuan baru;
- Untuk membuktikan atau menguji kebenaran dari pengetahuan yang sudah ada;
- Untuk mengembangkan pengetahuan yang sudah ada.

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen pada penelitian ini dilakukan dengan cara menganalisis kuat lentur balok beton dengan menggunakan perkuatan kulit tebu yang dililitkan besi scrap sebagai alternatif pengganti tulangan baja dengan rencana mutu beton $f'c$ 25 MPa atau setara dengan K 300. Dari hasil pengamatan penelitian terhadap beton yang dieksperimenkan, diharapkan dapat mengetahui pengaruh limbah kulit tebu yang dililitkan sisa besi *scrap* terhadap kuat lentur beton. Data-data yang mendukung dalam penelitian ini secara garis besar dapat diklarifikasikan menjadi 3 bagian, yaitu :

- Penelitian dan Observasi;
- Wawancara (*interview*);
- Studi pustaka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karena dalam pembuatan 1 (satu) buah benda uji balok dibutuhkan 5 (lima) buah tulangan kulit tebu, maka didapat hasil berat tulangan masing-masing kulit tebu dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini :

Tabel 2. Pengukuran Berat Tulangan Kulit Tebu

Tulangan Kulit Tebu	Hasil (kg)
Tulangan Kulit Tebu I	0,030
Tulangan Kulit Tebu II	0,035
Tulangan Kulit Tebu III	0,035
Tulangan Kulit Tebu IV	0,030
Tulangan Kulit Tebu V	0,025
Total	0,155

Berikut ini adalah gambar pengukuran tulangan kulit tebu yang terdapat pada Gambar 3 dibawah ini :



Gambar 3. Hasil Pengukuran Berat Tulangan Kulit Tebu

Berikut ini proses melakukan slump test dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini :



Gambar 4. Slump Test

Pembuatan benda uji, penelitian ini dirancang untuk mengetahui nilai kuat tekan beton normal dan nilai kuat lentur beton yang menggunakan tulangan kulit tebu, pembuatan sampel silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk mengetahui nilai kuat tekan beton yang didapat dan pembuatan sampel balok dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm untuk mengetahui nilai kuat lentur beton yang didapat (Isnaeni, 2020). Adapun jumlah benda uji dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Ukuran & Jumlah Benda Uji

No.	Jenis Sampel	Jumlah Benda Uji
1.	Silinder 15 x 30 cm	12
2.	Balok 15 x 15 x 60 cm	12

Proses pembuatan benda uji untuk silinder dan balok dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6 dibawah ini :



Gambar 5. Proses Pembuatan Benda Uji 12 Silinder



Gambar 6. Proses Pembuatan Benda Uji 12 Balok

Jumlah benda uji silinder sebanyak 12 buah dan benda uji balok sebanyak 12 buah dilakukan perendaman (*curing*) dengan air tawar sampai 28 hari. Adapun proses perawatan (*curing*) dapat dilihat pada Gambar 7 dibawah ini :



Gambar 7. Proses Perawatan (*Curing*) Beton

Mix design dengan rencana slump 12 ± 2 cm dan kuat tekan rencana $f'c = 25$ MPa atau setara K-300 adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Mix Design untuk 1 m³

No.	Bahan	Volume	Satuan
1.	Air	170	liter
2.	Ordinary Portland Cement	327	kg
3.	Agregat Kasar	1025	kg
4.	Agregat Halus	490	kg
5.	Abu batu	264	kg
6.	Retarder 1 (Sika pcr 10)	0,49	liter
7.	Supplast 1 (Sika LN)	2,45	liter

Dari hasil mix design diperoleh proporsi campuran teoritis setiap m³. Volume campuran beton untuk 12 buah benda uji silinder dengan ukuran benda uji yaitu 15 cm x 30 cm dan 12 buah benda uji balok dengan ukuran benda uji yaitu 15 cm x 15 cm x 60 cm (semua dijadikan dalam satuan meter) :

- 1) Volume beton untuk benda uji silinder :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 12 \text{ buah} \cdot \text{volume silinder} \\
 &= 12 \cdot (\text{luas lingkaran} \cdot \text{tinggi}) \\
 &= 12 \cdot (1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t) \\
 &= 12 \cdot (1/4 \cdot 3,14 \cdot (0,15)^2 \cdot 0,3) \\
 &= 0,0635 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Sehingga didapat proporsi campuran uji 0,0635 m³

Tabel 5. Mix Design Untuk Benda Uji Silinder

			Air	Semen	Agregat		Abu Batu	Retarder 1	Supplast 1
					Halus	Kasar			
			liter	kg	kg	kg	liter	liter	
Setiap m ³	1	m ³	170	327	490	1025	264	0,49	2,45

Setiap campuran benda uji	0,0635	m ³	10,795	20,764	31,115	65,087	16,764	0,0311	0,115
---------------------------	--------	----------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------

- 2) Volume beton untuk benda uji balok :
- $$\begin{aligned} \text{Volume} &= 12 \text{ buah} \cdot \text{volume balok} \\ &= 12 \cdot (\text{panjang} \cdot \text{lebar} \cdot \text{tinggi}) \\ &= 12 \cdot (0,6 \cdot 0,15 \cdot 0,15) \\ &= 12 \cdot (0,0135) \\ &= 0,162 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sehingga didapat proporsi campuran uji 0,162 m³

Tabel 6. Mix Design Untuk Benda Uji Silinder

			Air	Semen	Agregat		Abu Batu	Retarder 1	Supplast 1
					Halus	Kasar			
			liter	kg	kg	kg	kg	liter	liter
Setiap m ³	1	m ³	170	327	490	1025	264	0,49	2,45
Setiap campuran benda uji	0,162	m ³	27,54	52,974	79,38	166,05	42,768	0,0793	0,397

Setelah dilakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan beton sampel silinder masing – masing 3 buah sampel dilakukan pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari dengan ukuran silinder 15 cm x 30 cm, sehingga total ada 12 benda uji di setiap penelitiannya dan sebagai kontrol kuat tekan beton yang telah direncanakan. Pengujian kuat tekan mengacu pada ASTM C39/ C39M-01 (*Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*) dan termuat pada SNI 1974:2011 seperti pada Gambar 8 dibawah ini :



Gambar 8. Proses Pengujian Kuat Tekan Silinder

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton didapat data yang terlampir pada Tabel 7 sebagai berikut ini :

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No.	Umur (Hari)	Berat (gram)	Load (kN)	Compressive Strength (MPa)	Average Compressive Strength (MPa)
1.	3	12300	288,9	16,35	16,63
	3	12250	279,1	15,79	
	3	12400	313,6	17,75	
2.	7	12400	330,6	18,71	19,16
	7	12550	325,3	18,41	
	7	12450	360	20,37	

3.	14	12550	416,2	23,55	24,35
	14	12600	465,9	26,36	
	14	12500	418,3	23,67	
4.	28	12600	473,3	26,78	25,43
	28	12450	417,6	23,63	
	28	12450	457,5	25,89	

Data hasil pengujian kuat tekan Beton f_c' 25 dapat dilihat pada Gambar 9 dibawah ini:



Gambar 9. Grafik Kurva Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur 7,14,21, dan 28 hari dengan menggunakan benda uji berbentuk balok berukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm masing-masing umur pengujian dibutuhkan 3 benda uji untuk tes kuat lentur. Pengujian kuat lentur mengacu pada ASTM C78 – 94. Adapun hasil kuat lentur bisa di lihat pada Gambar 10 di bawah ini :



Gambar 10. Proses Pengujian Kuat Lentur Balok

Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur balok yang menggunakan tulangan kulit tebu didapat data yang terlampir pada Tabel 8 sebagai berikut ini :

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Tulangan Kulit Tebu

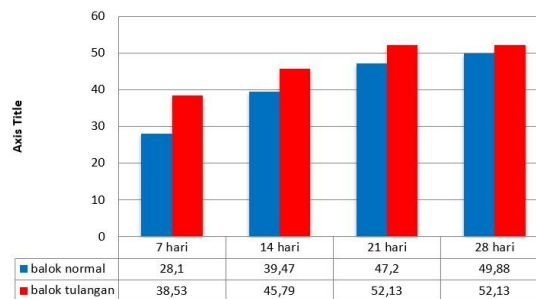
No.	Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (P) (kN)	$W=1/6.w.d^2$ (cm ³)	Momen $M=1/6.P.L$ (Kg/Cm)	Flexture Strength $R=(M/W).102$ (Kg/Cm ²)	Rata - Rata
1	7	32	30	562,5	225	40,8	38,53
	7	33	28	562,5	210	38,08	
	7	31,5	27	562,5	203	36,72	
2	14	33	35	562,5	263	47,6	45,79
	14	34,5	32	562,5	240	43,52	
	14	33	34	562,5	255	46,24	
3	21	33,5	36	562,5	270	48,96	52,13
	21	34	41	562,5	308	55,76	
	21	34	38	562,5	285	51,68	
4	28	32,5	39	562,5	293	53,04	52,13
	28	34,5	37	562,5	278	50,32	
	28	33	39	562,5	293	53,04	

Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur balok normal tanpa memakai tulangan didapat data yang terlampir pada Tabel 9 sebagai berikut ini :

Tabel 9. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Normal

No.	Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (P) (kN)	$W=1/6.w.d^2$ (cm ³)	Momen $M=1/6.P.L$ (Kg/Cm)	Flexture Strength $R=(M/W).102$ (Kg/Cm ²)	Rata - Rata
1	7	31,5	20	562,5	150	27,2	28,10
	7	32	20	562,5	150	27,2	
	7	33	22	562,5	165	29,92	
2	14	32	29	562,5	218	39,53	39,47
	14	33	30	562,5	225	40,80	
	14	33,5	28	562,5	210	38,08	
3	21	33,5	36	562,5	270	48,96	47,20
	21	34	33	562,5	248	44,97	
	21	33,5	35	562,5	263	47,69	
4	28	33	36	562,5	270	48,96	49,88
	28	31,5	36	562,5	270	48,96	
	28	32	38	562,5	285	51,68	

Data hasil pengujian kuat lentur beton yang menggunakan tulangan kulit tebu dan kuat lentur beton normal tanpa menggunakan tulangan dapat dilihat pada Gambar 11 dibawah ini :



Gambar 11. Grafik Perbandingan Kuat Lentur Beton

Berikut ini adalah gambar hasil pengukuran nilai lendutan yang terdapat pada Gambar 12 dibawah ini :



Gambar 12. Pengukuran Nilai Lendutan Beton

Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur balok yang menggunakan tulangan kulit tebu didapat nilai lendutan yang terjadi pada balok pada umur 28 hari, yang terlampir pada Tabel 10 sebagai berikut ini :

Tabel 10. Hasil Pengujian Nilai Lendutan Pada Balok

Benda Uji	Nilai Lendutan (cm)	
	Balok Tulangan Kulit Tebu	Balok Tanpa Menggunakan Tulangan
Balok I	0,6	1,1
Balok II	0,6	1,2
Balok III	0,7	1,2

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan diantaranya adalah sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan pengujian nilai kuat tekan beton normal dengan mutu beton yang direncanakan yaitu $f'c$ 25 MPa didapat nilai rata-rata kuat tekan beton pada umur 28 hari sebesar 25,43 MPa, maka dapat diambil kesimpulan beton yang direncanakan tercapai;
- 2) Dari hasil pengujian nilai kuat lentur balok yang menggunakan tulangan kulit tebu didapat hasil rata-rata pada umur 7 hari sebesar 38,53 (kg/cm²), pada umur 14 hari sebesar 45,79 (kg/cm²), pada umur 21 hari sebesar 52,13 (kg/cm²), dan pada umur 28 hari sebesar 52,13 (kg/cm²);
- 3) Dari hasil pengujian beton pada umur 28 hari terdapat nilai lentur yang signifikan, nilai rata-rata kuat lentur balok yang menggunakan tulangan kulit tebu hasilnya 52,13 kg/cm² lebih besar dibanding balok normal yang tanpa menggunakan tulangan dengan hasil 49,88 kg/cm²;
- 4) Nilai rata-rata lendutan yang terjadi pada umur 28 hari pada balok yang menggunakan tulangan kulit tebu hasil rata-ratanya yaitu 0,633 cm lebih kecil dibanding nilai lendutan balok yang tanpa menggunakan tulangan yang hasil rata-ratanya yaitu 1,166 cm.

Adapun saran yang penulis bisa berikan berkaitan dengan penelitian ini diantaranya adalah :

- 1) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap tulangan menggunakan kulit tebu agar didapat nilai persentase pemakaian maksimum terhadap sifat mekanis beton serta didapatkan hasil kuat lentur beton yang tinggi;
- 2) Bagi peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian sejenis dengan menggunakan variasi kuat lentur yang berbeda untuk melengkapi hasil penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- ASTM 33-03, *Standard Specification for Concrete Aggregates*, ASTM International.
- ASTM C293-02, *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete*, ASTM International.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990, “*Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, SK SNI 03-1974-1990*”, Bandung, Yayasan LPMB, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990, “*Metode Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Balok Uji Sederhana Yang Dibebani Terpusat Langsung, SK SNI 03-4154-1996*”, Bandung, Yayasan LPMB, Bandung.
- Putra, A. M., Noorhidana, V. A., dan Isnaeni, M., 2020, “Pengaruh Penambahan Serat Baja Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang pada Mutu Beton Mutu Normal”. *JRSDD*, Vol. 8, 343-360.
- Kardiyono, T., 1996, “*Teknologi Beton*”, Yogyakarta, Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.
- SNI 1974-2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1972-2006, *Metode Pengujian Slump Beton*. Badan Standarisasi Indonesia.
- SNI 03-2834-2000, *Rancangan Campuran Beton*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1968-1990. *Untuk Analisis Saringan Dari Agregat Kasar Dan Agregat Halus*. Badan Standardisasi Nasional.