

ANALISIS KOMPARASI PENULANGAN ANTARA TULANGAN BAJA DENGAN TULANGAN BAMBU TERHADAP MUTU DAN BIAYA

Ida Bagus Anom Suryanang Satyajaya¹, I Wayan Suasira, ST, MT², I G. A Neny Purnawirati, ST., MT³

¹D4 Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

²D4 Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

³D4 Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

E-mail: suryanangsatyajaya@gmail.com

Abstrak

Penggunaan tulangan baja yang merupakan bahan tambang seiring berjalannya waktu pasti akan habis dan mengalami kenaikan harga, oleh karena itu salah satu alternatif yang bisa digunakan ialah tulangan dari material bambu. maka sebagai penelitian lanjutan akan dilakukan pengujian terkait perbandingan kuat lentur balok dengan menggunakan tulangan besi dan tulangan bambu serta pengaruhnya terhadap biaya. Pengujian kuat lentur yang dilaksanakan di laboratorium menggunakan metode beton uji Berdasarkan gambar rencana dan pemodelan SAP 2000.v14. dapat diketahui kebutuhan material yang akan digunakan. Perhitungan dapat dilakukan secara teliti dan kemudian ditentukan harganya. Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan metode analisis deskriptif komparasi yaitu dengan mengumpulkan dan membandingkan data primer dan data sekunder Penelitian ini bersifat kuantitatif, dengan metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Hasil pengujian kuat lentur balok beton bertulang dengan tulangan besi (BBTB) rata – rata adalah 12.222 Mpa, balok beton bertulang dengan tulangan bambu (BBTU) rata – rata adalah 3.199 Mpa, dan balok beton bertulang dengan tulangan bambu dilapisi serat kelapa (BBTUS) rata – rata adalah 3.155 Mpa. Perbandingan struktur dapat dilihat dari nilai maksimum minimum gaya momen dan gaya geser. RAB Pekerjaan Struktur Beton Bertulang Tulangan Besi sebesar Rp. 16.261.452,06 Tulangan Bambu sebesar Rp. 12.299.388,50 Penggunaan tulangan bambu lebih terjangkau dibandingkan tulangan baja.

Kata kunci: Tulangan Baja, Tulangan Bambu, Kuat Lentur, Struktur, Biaya

Abstract

The use of steel reinforcement which is a mining material over time will definitely run out and increase in price, therefore one alternative that can be used is reinforcement from bamboo material. then as a follow-up research will be conducted a test related to the comparison of the flexural strength of beams using iron reinforcement and bamboo reinforcement and its effect on costs. The flexural strength test was carried out in the laboratory using the test concrete method. Based on the plan drawings and SAP 2000.v14 modeling. can know the material requirements to be used. Calculations can be done carefully and then determined the price. The method used in this study is a comparative descriptive analysis method, namely by collecting and comparing primary data and secondary data. This research is quantitative in nature, with the research method used is experimental. The results of testing the flexural strength of reinforced concrete beams with iron reinforcement (BBTB) on average are 12,222 MPa, reinforced concrete beams with bamboo reinforcement (BBTU) on average are 3,199 MPa, and reinforced concrete beams with bamboo reinforcement coated with coconut fiber (BBTUS) average – average is 3,155 Mpa. Comparison of the structure can be seen from the maximum value of the minimum moment force and shear force. RAB for Reinforced Concrete Structures for Iron Reinforcement Rp. 16,261,452.06 Bamboo Reinforcement Rp. 12,299,388.50 The use of bamboo reinforcement is more affordable than steel reinforcement.

Keywords : Steel Reinforcement, Bamboo Reinforcement, Flexural Strength, Structure, Cost

Pendahuluan

Peningkatan perkembangan proyek konstruksi saat ini sedang gencarnya dilakukan di berbagai tempat untuk mendukung sarana dan prasarana negara Indonesia. Beberapa proyek konstruksi terus berkreasi dengan menggunakan beberapa jenis material seperti kayu, baja, beton dan lain sebagainya tentu dibarengi dengan memperhatikan aspek keamanan dan kualitas material yang digunakan dalam pembuatan baik itu struktur bangunan atau non struktur bangunan. Pada suatu pengerjaan struktur bangunan, adapun beberapa komponen-komponen yang memiliki peran penting untuk menopang suatu bangunan agar menciptakan bangunan yang kokoh dan bertahan lama. Adapun komponen yang memegang peran penting seperti pondasi, kolom, balok, pembesian, dan pelat. Material penyusun dalam hal struktur salah satunya ialah beton yang memiliki kuat tekan

yang tinggi tetapi lemah terhadap gaya tarik, oleh karena itu disiasati dengan menambahkan komponen baja pada beton.

Penggunaan tulangan baja yang merupakan bahan tambang seiring berjalannya waktu pasti akan habis, dan juga pada masa sekarang tulangan baja mengalami kenaikan harga yang terbilang cukup mahal, oleh karena itu dunia konstruksi perlu mencari alternatif lain untuk menggantikan tulangan baja, salah satu alternatif yang bisa digunakan ialah tulangan dari material bambu. bambu adalah bahan alami yang populasinya cukup banyak di negara Indonesia, disamping harganya yang ekonomis bambu juga memiliki gaya tarik yang cukup besar sehingga bambu cocok menjadi alternatif untuk menggantikan tulangan baja. Menurut Dady [1] Dari hasil penelitian balok berukuran (150 150 600)mm dengan desain tulangan tunggal 3Ø6 didapat kuat tekan rata-rata sebesar 19.84 MPa, 25.91 MPa, 36.02 MPa, dan 42.32 MPa. Kuat lentur rata-rata pada serat tekan (tegangan lentur beton) yang didapat dari setiap variasi kuat tekan rata-rata sebesar 12.66 MPa, 15.34 MPa, 19.18 MPa, dan 24.26 MPa. Untuk kuat lentur rata-rata pada serat tarik (tegangan lentur baja) adalah 348.76 MPa, 399.02 MPa, 464.69 MPa, dan 567.33 MPa. Hasil tersebut menunjukkan hubungan kuat tekan dan kuat lentur balok beton bertulang berkisar 2.84 sampai 3.73 yang didapat dari nilai $f_r / \sqrt{f'_{cr}}$. Nilai tersebut diambil dari tegangan lentur yang terjadi pada bagian serat tekan balok (tegangan lentur beton).

Atas dasar penelitian tersebut maka sebagai penelitian lanjutan akan dilakukan pengujian terkait perbandingan kuat lentur balok dengan menggunakan tulangan besi dan tulangan bambu dan dibuatkan pemodelan rumah tinggal type 36 lantai 1 menggunakan aplikasi SAP 2000 v.14. untuk mendapatkan jumlah dan dimensi tulangan serta pengaruhnya terhadap biaya, sebagai solusi dalam perencanaan biaya sehingga sebelum memulai suatu proyek sudah memiliki perbandingan biaya yang tidak terlalu besar dengan mutu yang didapat memenuhi standar dan memiliki kualitas yang baik.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan metode analisis deskriptif komparasi yaitu dengan mengumpulkan dan membandingkan data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dengan cara pengamatan atau penelitian pada proyek/lab, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari literasi dan jurnal membahas penelitian yang sama.

Penelitian ini bersifat kuantitatif, dengan metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen. . Penelitian ini menggunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan dan benda uji balok dengan dimensi 15 x 15 x 60 cm untuk pengujian kuat lentur. Jumlah benda uji silinder yang dibuat untuk penelitian ini sebanyak 3 buah benda uji umur 28 hari.

Sedangkan jumlah benda uji balok yang dibuat untuk penelitian ini sebanyak 9 buah dengan 3 variasi, yaitu 3 buah untuk balok dengan tulangan besi, 3 buah untuk balok dengan tulangan bambu, dan 3 buah untuk balok dengan tulangan bambu yang dilapisi ijuk/serat kelapa berumur 28 hari.

Kemudian nilai yang didapat dari hasil pengujian kuat lentur yang dilakukan di laboratorium mendapatkan perbandingan mutu dan pemodelan rumah tinggal lantai 1 type 36 menggunakan aplikasi SAP 2000 mendapatkan jumlah dan dimensi tulangan yang digunakan kemudian dijadikan acuan sebagai perhitungan perbandingan biaya pada RAB.

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Uji Kuat Tekan menggunakan jenis benda uji silinder dengan masing-masing tiga sampel untuk umur beton 28 hari. Maka didapatkan nilai kuat tekan yang tertera pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Kuat Tekan

Benda Uji	Umur Benda Uji	Tanggal		Berat (gram)	Beban Maksimum (KN)	Mutu Beton (MPa)
		Cetak	Uji			umur 28 hari
1	28 Hari	3 Juni 2022	1 Juli 2022	11400	360	20,38
2	28 Hari	3 Juni 2022	1 Juli 2022	11300	422	23,89
3	28 Hari	3 Juni 2022	1 Juli 2022	11500	486	27,51
Rata - rata						23,93

2. Hasil Uji Kuat Lentur Balok Beton Bertulang

Uji pembebanan balok dilaksanakan dengan menggunakan dua titik pembebanan, rata-rata nilai beban yang diperoleh dari 3 buah balok beton bertulang dengan tulangan besi 91,7 KN, 3 buah balok beton bertulang dengan tulangan bambu 24 KN dan 3 buah balok beton bertulang dengan tulangan bambu dilapisi serat kelapa 23,7 KN. Adapun salah satu cara dalam mencari perhitungan Kuat Lentur sebagai berikut :

Perhitungan :

$$\text{Kuat Lentur} = (PL)/(BD^2) = (96 \times 45 \times 101,971)/(15 \times 15^2) = 130,52 \text{ kg/cm}^2 = 12,800 \text{ MPa}$$

Keterangan :

P : Beban (KN)

D : Tinggi Balok (cm)

B : Lebar Balok (cm)

L : Panjang Perletakan (cm)

Tabel 2. Hasil Uji Kuat Lentur Balok

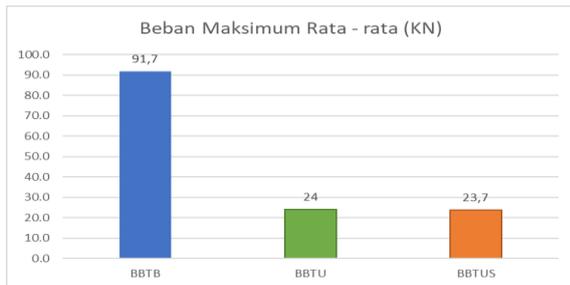
NO	Benda Uji	Umur Benda Uji	Tanggal		Berat (gram)	Bacaan Beban Maksimum (KN)	Kuat Lentur (MPa)
			Cetak	Uji			
1	BBTB-1	28 Hari	30 Mei 2022	28 Juni 2022	31000	96	12,800
2	BBTB-2	28 Hari	2 Juni 2022	1 Juli 2022	31200	84	11,200
3	BBTB-3	28 Hari	3 Juni 2022	1 Juli 2022	31500	95	12,666
4	BBTU-1	28 Hari	30 Mei 2022	28 Juni 2022	28700	26	3,466
5	BBTU-2	28 Hari	31 Mei 2022	28 Juni 2022	28500	22	2,933
6	BBTU-3	28 Hari	2 Juni 2022	1 Juli 2022	28800	24	3,199
7	BBTUS-1	28 Hari	31 Mei 2022	28 Juni 2022	29100	28	3,733
8	BBTUS-2	28 Hari	2 Juni 2022	1 Juli 2022	28800	21	2,799
9	BBTUS-3	28 Hari	2 Juni 2022	1 Juli 2022	28700	22	2,933

Keterangan :

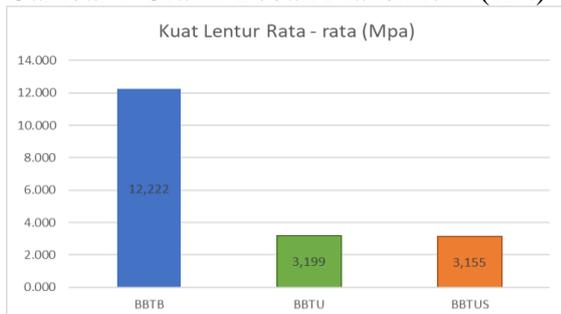
BBTB : Beton Bertulang Tulangan Besi
 BBTU : Beton Bertulang Tulangan Bambu
 BBTUS : Beton Bertulang Tulangan Bambu + Serat Kelapa

Tabel 3. Nilai Rata – rata Pengujian Kuat Lentur Balok

NO	Benda Uji	Bacaan Beban Rata - rata (KN)	Kuat Lentur Rata - rata (Mpa)
1	BBTB	91,7	12,222
2	BBTU	24	3,199
3	BBTUS	23,7	3,155



Gambar 1 Grafik Beban Maksimum (KN)



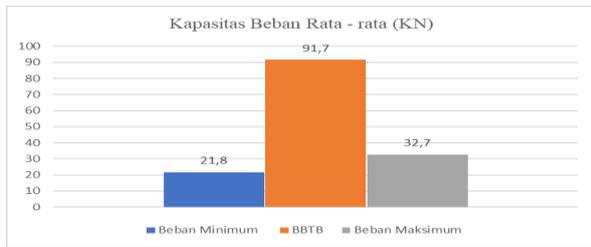
Gambar 2. Grafik Kuat Lentur (MPa)

3. Perbandingan Kapasitas Beban dan Kuat Lentur Balok Beton Bertulang

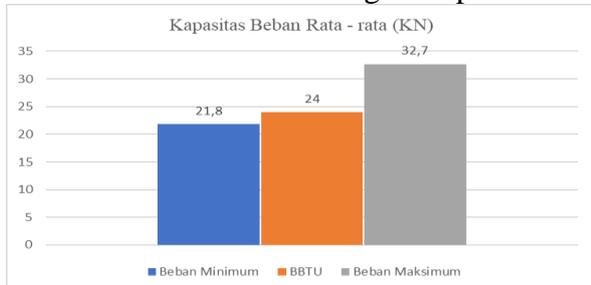
Data yang diperoleh melalui pengujian yang telah dilakukan, nilai kapasitas beban balok beton bertulang dengan tulangan besi rata – rata adalah 91,7 KN, balok beton bertulang dengan tulangan bambu adalah 24 KN dan balok bertulang dengan tulangan bambu dengan tambahan serat kelapa adalah 23,7 KN. Dari hasil pengujian tersebut terlihat bahwa perbandingan kapasitas beban balok beton dengan tulangan besi lebih besar 4 kali lipat dibandingkan dengan balok beton dengan tulangan bambu dan tulangan bambu dilapisi serat kelapa.

Hal ini dapat terjadi dikarenakan kapasitas alat yang terbatas sehingga patahan yang terlihat hanya sedikit dan untuk balok beton bertulang dengan tulangan bambu dan tulangan bambu dengan dilapisi serat kelapa lokasi patahan terjadi pada area ¼ bentang, sehingga secara teoritis memiliki rentang dengan kapasitas beban yang sama yaitu 21,80 – 32,70 KN.

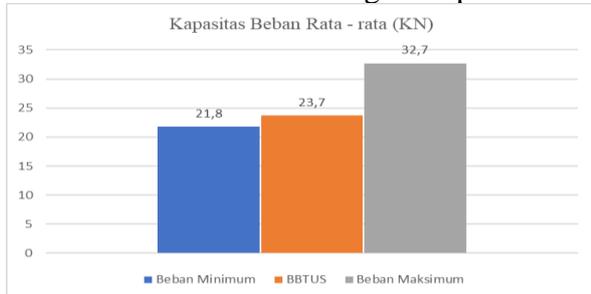
Karena pada area ¼ bentang memiliki kapasitas beban yang lebih besar daripada area momen maksimum pada tengah bentang, maka dari itu secara teoritis dengan penggunaan tulangan besi, tulangan bambu, dan tulangan bambu dilapisi serat kelapa mempengaruhi kapasitas beban dan lokasi patahan yang terjadi pada balok. Adapun grafik perbandingan kapasitas beban teoritis dan hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5



Gambar 3 Grafik Perbandingan Kapasitas Beban Balok Bertulang dengan Tulangan Besi



Gambar 4 Grafik Perbandingan Kapasitas Beban Balok Bertulang dengan Tulangan Bambu

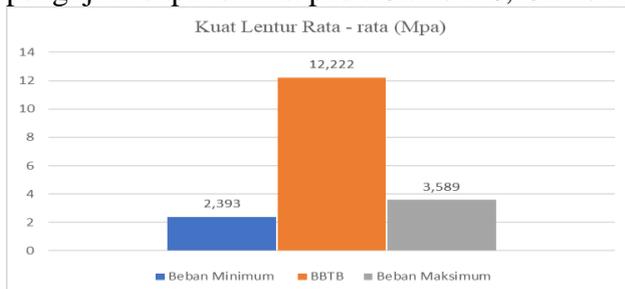


Gambar 5 Grafik Perbandingan Kapasitas Beban Balok Bertulang dengan Tulangan Bambu dilapisi Serat Kelapa

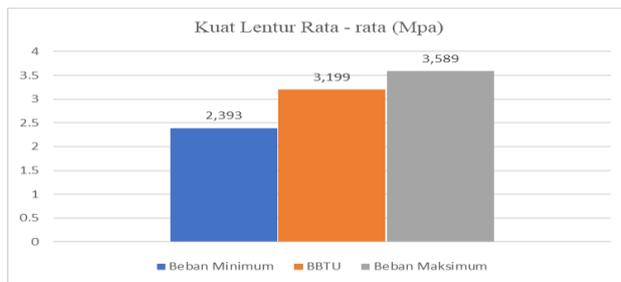
Kemudian Data yang diperoleh melalui pengujian kuat lentur balok beton bertulang dengan tulangan besi (BBTB) rata – rata adalah 12,222 Mpa, balok beton bertulang dengan tulangan bambu (BBTU) rata – rata adalah 3,199 Mpa, dan balok beton bertulang dengan tulangan bambu dilapisi serat kelapa (BBTUS) rata – rata adalah 3,155 Mpa.

Dari hasil pengujian tersebut terlihat bahwa perbandingan kapasitas beban balok beton dengan tulangan besi lebih besar 4 kali lipat dibandingkan dengan balok beton dengan tulangan bambu dan tulangan bambu dilapisi serat kelapa. Hal ini dapat terjadi dikarenakan kapasitas alat yang terbatas sehingga patahan yang terlihat hanya sedikit dan untuk balok beton bertulang dengan tulangan bambu dan tulangan bambu dengan dilapisi serat kelapa lokasi patahan terjadi pada area $\frac{1}{4}$ bentang, sehingga secara teoritis memiliki rentang dengan kapasitas beban yang sama yaitu 2,393 – 3,589 Mpa.

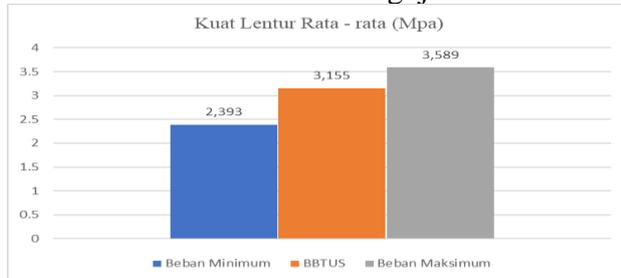
Karena pada area $\frac{1}{4}$ bentang memiliki nilai kuat lentur yang lebih besar daripada area momen maksimum pada tengah bentang, maka dari itu secara teoritis dengan penggunaan tulangan besi, tulangan bambu, dan tulangan bambu dilapisi serat kelapa mempengaruhi kuat lentur dan lokasi patahan yang terjadi pada balok. Adapun grafik perbandingan kapasitas beban teoritis dan hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Kuat Lentur Balok Beton Bertulang dengan Tulangan Besi Secara Teoritis dan Hasil Pengujian



Gambar 7. Grafik Perbandingan Kuat Lentur Balok Beton Bertulang dengan Tulangan Bambu Secara Teoritis dan Hasil Pengujian



Gambar 8 Grafik Perbandingan Kuat Lentur Balok Beton Bertulang dengan Tulangan Bambu dilapisi Serat Kelapa Secara Teoritis dan Hasil Pengujian

4. Detail Design

Informasi Umum Detail Design merupakan informasi yang harus diketahui sebelum melakukan pemodelan struktur pada aplikasi SAP 2000 v14. Dengan mengetahui Detail Design dapat menjadi acuan dalam melakukan analisis. Detail Design yang dimaksud antara lain :

a. Informasi Umum dan Detail Design Pekerjaan Kolom

Pemodelan 1 :

- Mutu Beton $f'c$ = 20.75 MPa
- Mutu Baja tulangan pokok f_y = 400 MPa
- Mutu Baja Tulangan Sengkang = 240 MPa
- Dimensi Kolom
 Kolom Utama = 20 cm x 20 cm
 Kolom Praktis = 15 cm x 15 cm
- Ketinggian Kolom = 3 m

Pemodelan 2 :

- Mutu Beton $f'c$ = 20.75 MPa
- Mutu bambu tulangan pokok f_y = 248 MPa
- Mutu Baja Tulangan Sengkang = 240 MPa
- Dimensi Kolom
 Kolom Utama = 20 cm x 20 cm
 Kolom Praktis = 15 cm x 15 cm
- Ketinggian Kolom = 3 m

Pada pembangunan rumah tinggal lantai 1 type 36 memiliki 2 tipe kolom yang berjumlah 10 buah kolom utama dan 3 buah kolom praktis.

b. Informasi Umum dan Detail Design Pekerjaan Balok

Pemodelan 1 :

- Mutu Beton $f'c$ = 20.75 MPa
- Mutu Baja Tulangan Pokok f_y = 400 MPa
- Mutu Baja Tulangan Sengkang = 240 MPa
- Dimensi Balok
 B1 = 20 cm x 40 cm
- Panjang Bentang Balok
 Bentang balok dengan panjang 3 m

Bentang balok dengan panjang 2.25 m

Bentang balok dengan panjang 1.5 m

Pemodelan 2 :

- Mutu Beton $f'c$ = 20.75 MPa

- Mutu Bambu Tulangan Pokok f_y = 248 MPa

- Mutu Baja Tulangan Sengkang f_y = 240 MPa

- Dimensi Balok

$B1 = 20 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$

- Panjang Balok

Bentang balok dengan panjang 3 m

Bentang balok dengan panjang 2.25 m

Bentang balok dengan panjang 1.5 m

5. Hasil Analisis Struktur

Adapun perbandingan kekuatan struktur kedua pemodelan rumah tinggal dapat dilihat pada penerimaan gaya geser dan gaya momen seperti dijelaskan pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Gaya Geser dan Gaya Momen

	TULANGAN BESI		TULANGAN BAMBU		
	BALOK		BALOK		
	V2	M3	V2	M3	
MIN	-16.512	-10.5578	-16.192	-10.1834	
MAX	16.367	7.0747	16.092	6.0117	
	KOLOM		KOLOM		
	MIN	-2.933	-4.6036	-2.557	-4.0707
	MAX	2.986	4.5463	2.614	4.0003
	KOLOM PRAKTIS		KOLOM PRAKTIS		
	MIN	-0.733	-1.1511	-0.626	-1.0033
	MAX	0.764	1.1396	0.666	0.9933

6. Perhitungan Jumlah dan Dimensi Tulangan yang diperlukan

Hasil design struktur rumah tinggal lantai 1 type 36 pada aplikasi SAP 2000 v.14 digunakan untuk menghitung dimensi tulangan dan jumlah tulangan yang akan digunakan. hasil tersebut diinput dan disajikan dalam bentuk tabel dengan menggunakan aplikasi Microsoft Excel. Adapun hasil yang didapat tercantum dalam Tabel 5 dan Tabel 6 berikut :

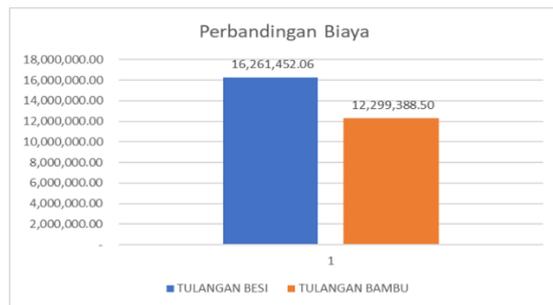
Tabel 5 Kebutuhan Tulangan Balok dan Kolom

NO	Nama	Dimensi	Tulangan Utama	Jumlah
1	Balok Tulangan Besi	200 x 200	13	68
2	Balok Tulangan Bambu	200 x 200	16	102
3	Kolom Tulangan Besi	200 x 200	13	40
4	Kolom Tulangan Besi	150 x 150	13	12
5	Kolom Tulangan Bambu	200 x 200	16	54
6	Kolom Tulangan Bambu	150 x 150	16	18

7. Perbandingan Biaya

Dalam membuat suatu pemodelan rumah tinggal ada beberapa hal yang perlu diperhitungkan yaitu perhitungan struktur dan juga perhitungan biaya. Dalam perhitungan biaya diperlukan untuk mengetahui berapa biaya yang dibutuhkan dalam mempersiapkan material untuk membangun suatu rumah tinggal. Adapun pada penelitian kali ini akan dilakukan perbandingan biaya pekerjaan

struktur yaitu dalam penggunaan tulangan beton bertulang. Pemodelan yang pertama menggunakan tulangan besi dan pemodelan yang kedua menggunakan tulangan bambu.



Gambar 9 Perbandingan Biaya

Simpulan

Berdasarkan dari hasil analisis yang telah dilakukan penulis dapat memberikan beberapa simpulan yaitu sebagai berikut :

1. Dari data yang diperoleh melalui pengujian kuat lentur balok beton bertulang dengan tulangan besi (BBTB) rata – rata adalah 12,222 Mpa, balok beton bertulang dengan tulangan bambu (BBTU) rata – rata adalah 3,199 Mpa, dan balok beton bertulang dengan tulangan bambu dilapisi serat kelapa (BBTUS) rata – rata adalah 3,155 Mpa. Dari hasil pengujian tersebut terlihat bahwa perbandingan kapasitas beban balok beton dengan tulangan besi lebih besar 4 kali lipat dibandingkan dengan balok beton dengan tulangan bambu dan tulangan bambu dilapisi serat kelapa.
2. Hasil perbandingan kuat lentur tulangan bambu dengan tulangan bambu yang dilapisi serat kelapa tidak terlalu jauh, maka pemodelan yang dibuat hanya dua pemodelan struktur rumah tinggal yaitu : menggunakan tulangan baja dan tulangan bambu. Hasil dari cek analisis struktur kedua pemodelan tidak menunjukkan adanya struktur yang mengalami overstressed (OS). Hal tersebut menunjukkan struktur sudah aman. Perbandingan kekuatan struktur kedua pemodelan rumah tinggal dapat dilihat pada jumlah/dimensi tulangan yang diperlukan dan penerimaan gaya geser dan gaya momen seperti dijelaskan pada tabel 4 dan tabel 5
3. Pada perhitungan RAB Pekerjaan Struktur Beton Bertulang dengan Tulangan Besi hasil yang didapat sebesar Rp. 16.261.452,06 (Enam Belas Juta Dua Ratus Enam Puluh Satu Ribu Empat Ratus Lima Dua Rupiah) sedangkan RAB Pekerjaan Struktur Beton Bertulang dengan Tulangan Bambu hasil yang didapat sebesar Rp. 12.299.388,50 (Dua Belas Juta Dua Ratus Sembilan Puluh Sembilan Ribu Tiga Ratus Delapan Puluh Delapan Rupiah). Jadi, penggunaan tulangan bambu lebih terjangkau dibandingkan tulangan baja.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena telah memberikan kemampuan dan kesempatan kepada kami untuk menyelesaikan artikel ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada para dosen, pemberi data dan teman – teman atas dukungan, kesabaran, kontribusi, dan masukannya yang berharga sehingga artikel ini dapat diselesaikan.

Referensi

Yohanes Trian Dady M. D. J. Surnajouw, R. S. Windah, (2015), Pengaruh Kuat Tekan Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang, Jurnal Sipil Statik, Vol.3 No. 5, diambil dari <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/8811>