

Analisa Kuat Lentur Pelat Lantai Dengan Menggunakan *Wire Mesh* Dan Bambu Sebagai Pengganti Tulangan Pelat

Analysis Of Flexible Strength On Floor Slabs Using Wire Mesh And Bamboo As Substitutes Of Reinforcing Plates

M Ali Mochtar¹, Bella Lutfiani Al Zakina², Toni Budi Santoso²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro

² Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro

Abstrak

Dalam perencanaan desain struktur konstruksi bangunan, ditemukan dua bagian utama dari bangunan, yaitu bagian struktur dan nonstruktur. Bagian nonstruktur adalah bagian bangunan yang tidak ikut memikul beban, yaitu meliputi dinding, plafond dan lain sebagainya. Semua bagian tersebut harus didesain sedemikian rupa agar tidak terjadi kegagalan bangunan. Demikian juga halnya dengan pelat lantai yang merupakan bagian struktur yang sangat penting. Pelat adalah elemen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya ke rangka vertikal dari sistem struktur. Masalah utama yang dihadapi dalam perencanaan pelat lantai adalah lendutan. Masalah ini dapat disebabkan antara lain karena penggunaan tulangan yang telah mengalami korosi, sehingga dapat mengurangi kekuatan beton bertulang. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kuat lentur pelat dengan inovasi pemberian tulangan wiremesh dan bambu. Hasil pengujian kapasitas kuat lentur pelat lantai beton bertulang baja (wire mesh) rata-rata sebesar 0,5262 ton.m dan pengujian kapasitas kuat lentur pelat lantai beton bertulang bambu rata-rata sebesar 0,1678 ton.m.

Kata kunci: Kuat Lentur, *Wiremesh*, Bambu

Abstract

In planning the structural design of building construction, two main parts of the building were found, namely the structural and non-structural parts. The non-structural part is the part of the building that does not share the burden, which includes walls, ceilings and so on. All these parts must be designed in such a way as to avoid building failure. Likewise, the floor slab is a very important part of the structure. Slabs are horizontal structural elements that support both dead and live loads and transmit them to the vertical frame of the structural system. The main problem faced in the design of floor slabs is deflection. This problem can be caused, among others, by the use of corroded reinforcement, which reduces the strength of reinforced concrete. The purpose of this study was to determine the flexural strength of the plate with the innovation of providing wiremesh and bamboo reinforcement. The results of testing the flexural strength capacity of steel reinforced concrete floor slabs (wire mesh) are on average 0.5262 ton.m and testing the flexural strength capacity of bamboo reinforced concrete floor slabs are on average 0.1678 ton.m.

Keywords: *Flexural Strength, Wiremesh, Bamboo*

1. Pendahuluan

Dalam perencanaan desain struktur konstruksi bangunan, ditemukan dua bagian utama dari bangunan, yaitu bagian struktur dan nonstruktur. Bagian struktur ialah bagian bangunan yang ikut memikul beban yaitu meliputi pondasi, balok, kolom, pelat dan sebagainya. Bagian nonstruktur adalah bagian bangunan yang tidak ikut memikul beban, yaitu meliputi dinding, plafond dan lain sebagainya. Semua bagian tersebut harus didesain sedemikian rupa agar tidak terjadi kegagalan bangunan. Demikian juga halnya dengan pelat lantai yang merupakan bagian struktur yang sangat penting. Pelat adalah elemen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya ke rangka vertikal dari sistem struktur. Pelat beton bertulang ini sangat kaku dan arahnya horizontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat ini berfungsi sebagai diafragma untuk mendukung ketegaran balok portal.

Masalah utama yang dihadapi dalam perencanaan pelat lantai adalah lendutan. Masalah ini dapat disebabkan antara lain karena penggunaan bahan/ material yang kurang baik pada saat pemasangan tulangan, seperti penggunaan tulangan yang telah mengalami korosi/ perkaratan, sehingga dapat mengurangi kekuatan beton bertulang. Keadaan ini menyebabkan pelat tidak sanggup memikul beban yang bekerja, sehingga timbulnya lendutan pada pelat lantai yang dimulai pada retak- retak serabut pada permukaan pelat lantai. Seiring dengan berjalannya waktu dapat menyebabkan keruntuhan pada bangunan. Syarat- syarat teknis dan ekonomis yang harus dipenuhi dalam perhitunagn desain pelat lantai antara lain: pelat harus memiliki kekuatan yang cukup untuk memikul beban kerja yang bekerja di atasnya, pelat lantai harus memiliki massa yang cukup untuk dapat meredam gema suara, porositas pelat lantai serta isolasi terhadap temperatur.

Pelat lantai harus memiliki kualitas yang baik sedemikian rupa, sehingga setelah umur pemakaian yang panajng tidak kehilangan kekuatan. Maka perencanaan dimensi dan tulangan pelat lantai sangat penting dan diharapkan dapat menghindari kesalahan yang tidak diharapkan sehingga pelat lantai memenuhi syarat- syarat yang telah ditetapkan baik secara ekonomis maupun terhadap keamanan penggunaannya. Agar dapat menghindari kesalahan yang tidak diharapkan dan memenuhi syarat- syarat yang telah ditetapkan baik secara ekonomis maupun terhadap keamanan penggunaannya, perlu dilakukan perencanaan dimensi dan tulangan pada pelat lantai suatu bangunan. Untuk itu penulis tertarik dengan penelitian ini yakni inovasi pembuatan pelat lantai dengan menggunakan tulangan pengganti *wiremesh* dan bambu. Dimana *wiremesh* dan bambu memiliki ketahanan lentur yang cukup baik.

2. Kajian Pustaka

3.1 Pelat Lantai

Pelat lantai adalah lantai yang tidak terletak di atas tanah langsung, merupakan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Pelat lantai didukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan. Ketebalan pelat lantai ditentukan oleh:

- a. Besar lendutan yang diinginkan.
- b. Lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung.
- c. Bahan material konstruksi dan pelat lantai.

Pelat lantai harus direncanakan kaku, rata, lurus dan waterpass (mempunyai ketinggian yang sama dan tidak miring), pelat lantai dapat diberi sedikit kemiringan untuk kepentingan aliran air. Ketebalan pelat lantai ditentukan oleh: beban yang harus didukung, besar lendutan yang diijinkan, lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung, bahan konstruksi dari pelat lantai. Pelat lantai merupakan suatu struktur solid tiga dimensi dengan bidang permukaan yang lurus, datar dan tebalnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensinya yang lain. Struktur pelat bisa saja dimodelkan dengan elemen 3 dimensi yang mempunyai tebal h , panjang b , dan lebar a . Adapun fungsi dari pelat lantai adalah untuk menerima beban yang akan disalurkan ke struktur lainnya. Pada pelat lantai merupakan beton bertulang yang diberi tulangan baja dengan posisi melintang dan memanjang yang diikat menggunakan kawat bendrat, serta tidak menempel pada permukaan pelat baik bagian bawah maupun atas. Adapun ukuran diameter, jarak antar tulangan, posisi tulangan tambahan bergantung pada bentuk pelat, kemampuan yang diinginkan untuk pelat menerima lendutan yang diijinkan.

3.2 Bambu

Bambu merupakan bahan konstruksi yang banyak dimanfaatkan sebagai komponen bangunan seperti tiang, atap, tangga, meja, kursi dan masih banyak lagi manfaatnya yang lain. Bambu dapat tumbuh dengan cepat dan mempunyai ketahanan yang luar biasa. Menurut Sharma (1987) di dunia terdapat lebih dari 1250 spesies bambu dan yang ada di Asia Selatan dan Asia Tenggara kira-kira 80% dari keseluruhan spesies bambu yang ada di dunia. Bambu yang ada di Indonesia seperti bambu kuning, bambu ampel, bambu tutul, bambu petung, bambu tali dan masih banyak jenis yang lainnya.

Menurut Siopongco dan Munandar (1987) bambu adalah tanaman yang termasuk *Bamboidae*, salah satu anggota sub familia rumput, pertumbuhannya sangat cepat. Pada masa pertumbuhan, bambu tertentu dapat tumbuh vertikal 5 cm per jam, atau 120 cm per hari.

3.3 Wiremesh

Wiremesh merupakan jaringan baja bermutu tinggi yang dirangkai sedemikian rupa menggunakan las listrik untuk mendapatkan tegangan geser berkualitas tinggi hingga nantinya dapat berbentuk lembaran yang dapat digulung. Dalam penggunaannya, wiremesh dapat digunakan untuk berbagai macam konstruksi, seperti sebagai:

- a. lantai beton,
- b. dinding beton,
- c. jalan beton,
- d. saluran irigasi,
- e. saluran drainase,
- f. dinding penahan,
- g. dinding pemikul beban di dalam gedung, dan lain sebagainya.

Spesifikasi Wiremesh:

- a. Diameter JKBL :5 mm – 16 mm
- b. Tegangan leleh karakteristik : 5.000 kg/cm²
- c. Tegangan geser kampuh las : 2.500 kg/cm²
- d. Bentuk permukaan kawat : polos dan ulir
- e. Spasi standar : 150 mm x 150 mm (tipe M) 100 mm x 200 mm (tipe B)
- f. Ukuran standar : -lembar : 5,4 m x 2,1 m
- g. Roll :54 m x 2,1 m
- h. Jarak spasi : 50 mm : 100 mm: 150 mm: 200 mm: 250 mm: dan 300 mm

3. Metode Penelitian

3.1 Metode

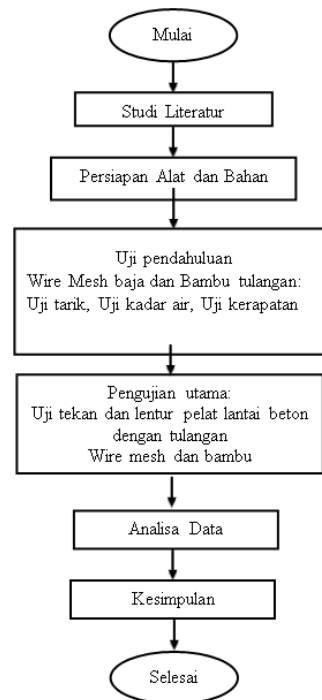
Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium, yaitu metode dengan melakukan percobaan untuk mendapatkan data sebagai hasil penelitian. Kemudian data dianalisa untuk pengambilan kesimpulan.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel adalah sesuatu yang menjadi objek pengamatan penelitian, sering juga disebut sebagai faktor yang berperan dalam penelitian atau gejala yang akan diteliti. Dalam penelitian ini menggunakan 2 variabel yaitu:

- a. Variabel Bebas: yaitu pelat lantai beton dengan penulangan wire mesh dan pelat lantai beton dengan penulangan bambu.
- b. Variabel Terikat: yaitu kuat tekan dan lentur pelat lantai beton.

3.3 Diagram Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Data Hasil Uji Properties

A. Agregat Halus

Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian agregat halus, meliputi pengujian kadar lumpur, kandungan zat organik, berat jenis (*specific gravity*), dan gradasi. Pengujian agregat kasar, meliputi pengujian berat jenis (*specific gravity*), keausan (abrasi), dan gradasi. Hasil-hasil pengujian tersebut disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Hasil pengujian agregat halus

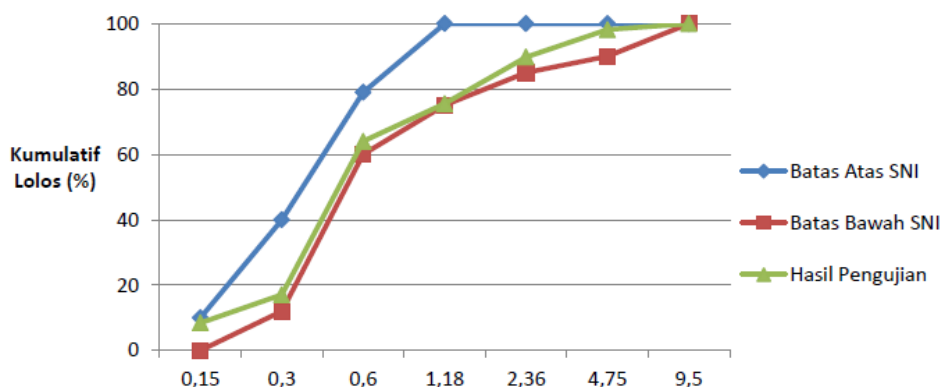
Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
Kandungan Zat Organik	Kuning Muda	Kuning	Memenuhi syarat
Kandungan Lumpur	4,3 %	Maks 5 %	Memenuhi syarat
<i>Bulk Specific Gravity</i>	2,533	-	-
<i>Bulk Specific SSD</i>	2,564	-	-
<i>Apparent Specific Gravity</i>	2,614	-	-
<i>Absorbtion</i>	1,215 %	-	-
Modulus Halus	2,477	2,3 – 3,1	Memenuhi syarat

Untuk hasil pengujian gradasi agregat halus dan syarat batas dari SNI 03-2834- 2000 dapat dilihat pada Tabel 2. dan Gambar 2.

Tabel 2. Hasil pengujian gradasi agregat halus.

No	Diameter Ayakan	Berat Tertahan			Berat Lolos Kumulatif (%)	SNI 03-2834-2000
		Berat (gram)	%	Kumulatif (%)		
1	9.5	0	0	0	100	100
2	4.75	55	1,84	1,84	98,16	90-100
3	2.36	251	8,38	10,22	89,78	85-100
4	1.18	428	14,29	24,51	75,49	75-100
5	0.6	345	11,52	36,03	63,97	60-79
6	0.3	1405	46,91	82,94	17,06	12-40
7	0.15	258	8,61	91,55	8,45	0-10
8	0	253	8,45	100,00	0,00	-
Total	2995	100				

Dari Tabel 2. didapat grafik gradasi beserta batas gradasi yang disyaratkan SNI 03-2834-2000 yang ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Grafik gradasi agregat halus

B. Agregat Kasar

Tabel 3. Hasil pengujian agregat kasar.

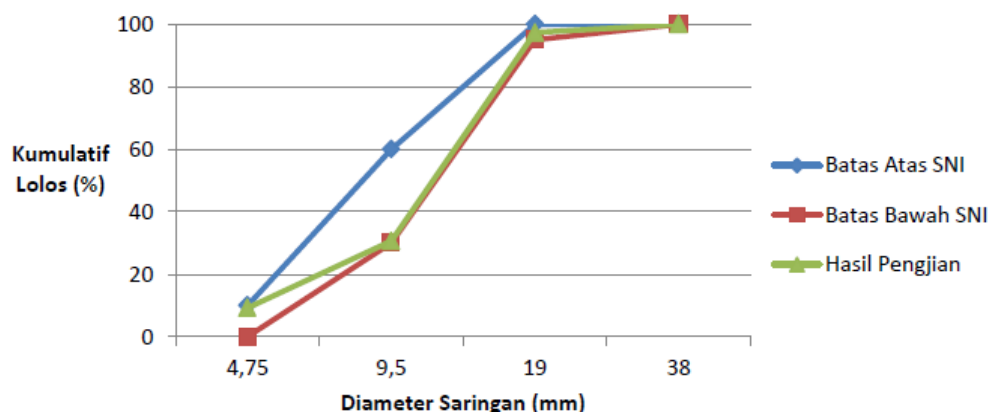
Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
<i>Bulk Specific Gravity</i>	2,445	-	-
<i>Bulk Specific SSD</i>	2,518	-	-
<i>Apparent Specific Gravity</i>	2,639	-	-
<i>Absorbtion</i>	3 %	-	-
Abrasi	41,50%	Maksimum 50 %	Memenuhi syarat
Modulus Halus Butir	7,148	5 - 8	Memenuhi syarat

Untuk hasil pengujian gradasi agregat kasar dan syarat batas dari SNI 03-2834- 2000 dapat dilihat pada Tabel 4. dan Gambar 3.

Tabel 4. Hasil pengujian gradasi agregat kasar (diameter maksimum 20 mm)

No	Diameter Ayakan	Berat tertinggal			Berat Lolos Kumulatif (%)	SNI 03-2834-2000
		Berat (gram)	%	Kumulatif (%)		
1	37,50	0	0.000	0.000	100.00	100
2	25,00	0	0.000	0.000	100.00	-
3	19,00	80	2.685	2.685	97.315	95-100
4	12,50	1491	50.034	52.718	47.282	-
5	9,50	585	17.631	69.349	30.651	30-60
6	4,75	489	21.409	90.758	9.242	0-10
7	2,36	325	10.906	99.664	0.336	-
8	1,18	0	0.000	99.664	0.336	-
9	0,6	0	0.000	99.664	0.336	-
10	0,3	0	0.000	99.664	0.336	-
11	0,15	0	0.000	99.664	0.336	-
12	0,00	10	0.336	100.000	0.00	-
Total	2980	100,00				

Dari Tabel 4. didapat grafik gradasi beserta batas gradasi yang disyaratkan SNI 03-2834-2000 yang ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Grafik gradasi agregat kasar

4.2 Hasil Pengujian Wire Mesh dan Bambu

Untuk mengetahui kualitas tulangan yang terpasang dalam benda uji pelat beton dilakukan uji laboratorium. Uji laboratorium dilakukan di Laboratorium Sains dan Fakultas Teknik, Universitas Bojonegoro. Pengujian dengan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*).

A. Pengujian Kuat Tarik Wire Mesh

Pengujian Wire Mesh digunakan baja tulangan polos diameter 8 mm yang didapat dari pasaran. Contoh perhitungan tegangan leleh tulangan diameter 8 mm.

$$\text{Gaya pada kondisi leleh} = 17800 \text{ N}$$

$$\text{Luas penampang} = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2$$

$$= \frac{1}{4} \pi \cdot 8^2 = 50,2655 \text{ mm}^2$$

Maka tegangan lelehnya :

$$\sigma \text{ leleh} = \frac{P \text{ leleh}}{A} = \frac{17800}{50,2655} = 354,11 \text{ MPa}$$

Hasil selengkapnya uji kuat tarik baja tulangan ditunjukkan pada Tabel 5. berikut:

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tarik baja

No	Diameter Terukur (mm)	Luas penampang (mm ²)	Gaya Leleh (N)	δ	Tegangan Leleh (MPa)	Modulus Elastisitas (MPa)
1	8	50,2655	17800	0,002	354,11	177055
2	8	50,2655	17800	0,002	354,11	177055
3	8	50,2655	18000	0,002	358,09	179045
Rata-rata			17866,67	0,002	355,45	177718

B. Pengujian Bambu

Pengujian meliputi uji kuat tarik sejajar serat, kuat tekan sejajar serat, *Modulus Of Elasticity (MOE)*, dan *Modulus Of Rupture (MOR)*. Langkah pengujian dan pembuatan benda uji mengacu pada *American Standart for Testing Material D 143-94* dengan sedikit modifikasi pada dimensi benda uji karena belum ada standar pengujian untuk bambu. Contoh perhitungan menentukan tegangan leleh bambu:

Gaya pada kondisi leleh : 32100 N

Luas penampang : $5 \times 18 = 90 \text{ mm}^2$

Maka tegangan lelehnya :

$$\sigma \text{ leleh} = \frac{P \text{ leleh}}{A} = \frac{32100}{120} = 26,75 \text{ MPa}$$

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tarik Bambu

No	Ukuran		Luas penampang (mm ²)	Gaya Leleh (N)	Tegangan Leleh (MPa)	Rata-rata (MPa)
	Tebal (mm)	Lebar (mm)				
1	6	20	120	32100	267,50	251,39
2	6	20	120	29400	245,00	
3	6	20	120	29000	241,67	

Contoh perhitungan menentukan *Modulus Of Rupture (MOR)* bambu:

Gaya maksimum : 370 N

$$\text{MOR} = \frac{3PL}{2bt^2}$$

$$= \frac{3.370.270}{2.20.7^2}$$

$$= 152,90 \text{ MPa}$$

Tabel 7. Hasil pengujian *Modulus of Rupture (MOR)*

No	Ukuran			Luas penampang (mm ²)	Gaya Maksimum (N)	MOR (MPa)	Rata – rata (MPa)
	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)				
1	7	20	270	140	370	152,90	152,90
2	7	20	270	140	400	165,31	
3	7	20	270	140	345	140,51	

Contoh perhitungan menentukan *Modulus Of Elasticity (MOE)* bambu:

Gaya leleh = 317,5 N

$$\text{MOE} = \frac{PL^3}{4bt^2 \sigma}$$

$$= \frac{317,5.270^3}{4.20.7^2 \cdot 16,24}$$

$$= 14023,7 \text{ Mpa.}$$

Tabel 8. Hasil pengujian *Modulus of Elasticity (MOE)*

No	Ukuran			Lendutan (mm)	Luas penampangan (mm ²)	Gaya Leleh (N)	MOE (MPa)	Rata – rata (MPa)
	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)					
1	7	20	270	16,24	140	317,5	14023,7	14854,34
2	7	20	270	16,4	140	356,7	15601,5	
3	7	20	270	13,7	140	285,3	14937,8	

4.3 Rencana Campuran Adukan Beton (*Mix Design*)

Dari perhitungan rencana campuran (mix design) adukan beton dengan mengacu pada SNI 03-2834-2000, diperoleh kebutuhan bahan untuk 1 m³ beton sebagai berikut:

- a. Air = 225 kg
- b. Semen = 395 kg
- c. Pasir = 546,15 kg
- d. Kerikil = 1108,85 kg

Total material yang dibutuhkan untuk membuat 6 buah pelat beton lantai bertulang dengan ukuran 100 mm x 400 mm x 600 mm dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Kebutuhan bahan untuk benda uji kuat lentur pelat

Benda Uji	Jumlah	Total Volume (m3)	Air (kg)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)
Pelat Baja	3	0,072	16,2	28,44	39,32	79,84
Pelat Bambu	3	0,072	16,2	28,44	39,32	79,84
Total	6	0,144	32,4	56,88	78,64	159,68

4.4 Hasil Uji Kuat Lentur Pelat

Metode pengujian mengacu pada SNI 4431-2011. Pengujian kuat lentur pelat lantai beton dengan ukuran 100 mm x 400 mm x 600 mm dilakukan pada umur 28 hari.

Tabel 10. Hasil Pengujian Kuat Lentur Pelat dengan Wire Mesh

Kode	Beban Saat Retak Pertama (N)	Beban Maksimum (N)	Daerah patah/runtuh	Lendutan Retak Pertama (mm)	Lendutan Retak Maks. (mm)
WM1	44000	64500	1/3 bentang tengah	3,27	5,99
WM2	43000	59000	1/3 bentang tengah	3,83	5,95
WM3	54400	61200	1/3 bentang tengah	3,19	4,52

Tabel 11. Hasil pengujian kuat lentur pelat beton tulangan bambu

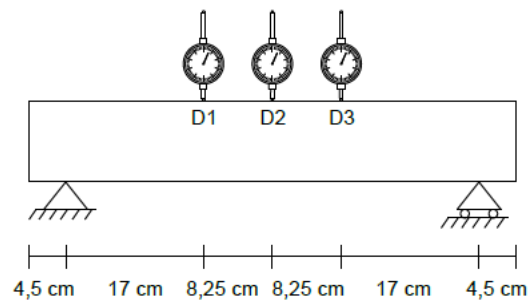
Kode	Beban Saat Retak Pertama (N)	Beban Maksimum (N)	Daerah patah/runtuh	Lendutan Retak Pertama (mm)	Lendutan Retak Maks. (mm)
BM1	21600	21600	1/3 bentang tengah	2,92	2,92
BM2	18200	18200	1/3 bentang tengah	2,62	2,62
BM3	18400	18400	1/3 bentang tengah	2,68	2,68

Dalam pengujian kuat lentur pelat bertulang ini menggunakan 3 buah dial gauge yang dipasang pada pelat, yaitu:

Dial gauge 1 : terletak pada jarak 170 mm dari tumpuan sebelah kiri

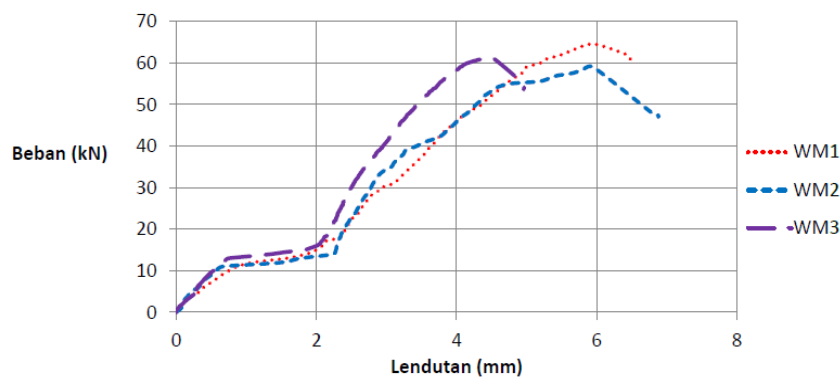
Dial gauge 2 : terletak pada jarak 255 mm dari tumpuan sebelah kiri

Dial gauge 3 : terletak pada jarak 340 mm dari tumpuan sebelah kiri

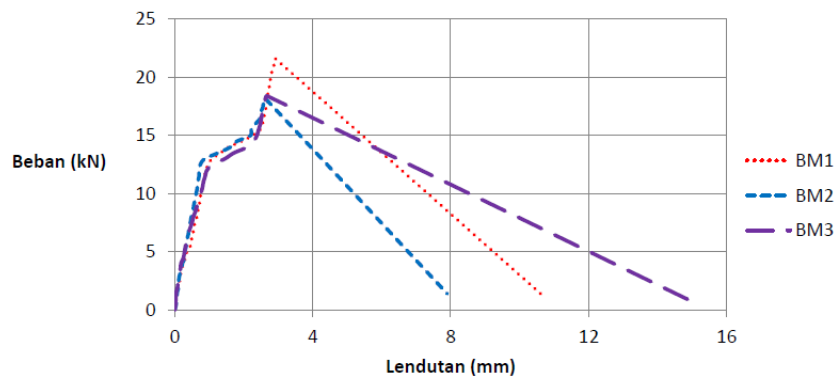


Gambar 4. Posisi dial gauge

Untuk mengetahui lebih jelas hubungan beban dengan lendutan yang terjadi pada setiap kenaikan beban dapat dilihat pada Gambar 5. dan Gambar 6.



Gambar 5. Grafik hubungan beban dan lendutan pelat dengan tulangan baja dial gauge 2



Gambar 6. Grafik hubungan beban dan lendutan pelat dengan tulangan bambu dial gauge

2

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kapasitas kuat lentur pelat lantai beton bertulangan baja (*wire mesh*) rata-rata sebesar 0,5262 ton.m,

2. Hasil pengujian kapasitas kuat lentur pelat lantai beton bertulangan bambu rata-rata sebesar 0,1678 ton.m.

6. Saran (optional)

Setelah mengamati hasil penelitian ini terdapat beberapa saran yang perludisampaikan yaitu :

1. Pembelian baja di pasaran harus diperhatikan agar baja yang digunakan tidak getas dan sesuai dengan yang diharapkan.
2. Bambu yang digunakan sebagai tulangan harus dilakukan treatment khusus agar tulangan bambu tidak rusak dan mencapai hasil yang maksimal.
3. Ketelitian perhitungan dan pencampuran bahan dalam pembuatan beton harus diperhatikan agar beton yang dibuat sesuai dengan harapan.
4. Penuangan beton kedalam bekisting harus diperhatikan agar beton merata.
5. Setting pengujian benda uji harus diperhatikan dan dilaksanakan dengan benar agar benda uji dapat diuji sesuai dengan yang direncanakan.
6. Standar-standar pengujian harap lebih diperhatikan, baik standar dalam uji material maupun uji kuat lentur pelat.

Daftar Pustaka

- American Standard Test Methods. 2000. D 143-94. Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber. Annual Book of ASTM Standard.
- Badan Standardisasi Nasional. 2000, SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional, 2011, Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan. (SNI 4431:2011), Jakarta
- Shimp T, Sharma S. 1987. Consumer ethnocentrism: construction and validation of the CETSCALE. Journal of Research 24(3):280-289.
- Siopongco dan Munandar. 1987. Teknologi Bambu Sebagai Bahan Bangunan. Institut Pengembangan dan Penelitian Produk Hutan (IPPPH), Jakarta. No.57