

Pola Retak Dan Keruntuhan Plat Pondasi Beton Bertulang Bambu Dengan Pendekatan 4 Tumpuan Untuk Mendapatkan Nilai Kritis
Cracking And Failure Patterns Of Bamboo Reinforced Concrete Foundotions Using 4 Finding Approach To Get Critical Value

Raihan Ramadhan¹ Muhtar² Ilanka Cahya Dewi³

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil/ Fakultas Teknik-Universitas Muhammadiyah Jember
email: raihanrmdln112@gmail.com

² Program Studi Teknik Sipil/ Fakultas Teknik-Universitas Muhammadiyah Jember
email: muhtar@unmuhjember.ac.id

³ Program Studi Teknik Sipil/ Fakultas Teknik-Universitas Muhammadiyah Jember
email: ilankadewi@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Struktur beton bertulang mempunyai permasalahan yang sangat kompleks akibat adanya pengaruh retak pada beton. Rendahnya kuat tarik pada beton menjadi pemicu terjadinya retak-retak pada struktur beton bertulang. Pada pengujian lentur pelat pondasi ini dilakukan dilakukan pada 4 tumpuan yang diatur sedemikian rupa, dan pada pengujian ini terdapat satu titik beban terpusat yang terletak pada titik tengah dari plat. Pembebanan dilakukan berlahan-lahan dengan pembacaan beban pada beban indikator (*load indicator*) dijadikan pengendali dongkrak hidrolik (*hydraulic jack*), pembaca lendutan dan pembaca regangan mengikuti sesuai tahap pembebanan yang direncanakan. Dari semua variasi plat beton itu menunjukkan $P_{ultimit}$ teoritis lebih besar dari pada $P_{ultimit}$ eksperimen, tetapi hal ini bisa lebih kecil atau lebih besar dikarenakan pekerjaan dilapangan berbeda dengan teori. Rasio tulangan yang lebih rendah menghasilkan kapasitas pelat yang lebih rendah untuk menopang beban. Kapasitas yang dihasilkan pada plat 60 eksperimen 83,33 kN dan teoritis 88,86 kN, plat 80 eksperimen 61,11 kN dan teoritis 83,13 kN, plat 100 eksperimen 78,05 kN dan teoritis 66,56 kN. Hal yang mempengaruhi pada hasil kapasitas teoritis yaitu modulus elastisitas dan kuat tekan silinder beton. Pola retak yang terjadi pada eksperimen yaitu pelat runtuh ditengah bentang searah dengan beban garis yang diberikan.

Kata Kunci: kuat tarik, kuat tekan, kapasitas, kuat lentur, pola retak.

Abstract

Reinforced concrete structures have very complex problems due to the influence of cracks in the concrete. The low tensile strength of concrete is a trigger for cracks in reinforced concrete structures. In the bending test of the foundation plate, it is carried out on 4 supports arranged in such a way, and in this test there is one concentrated load point which is located at the midpoint of the plate. The loading is carried out gradually with the reading of the load on the load indicator used as a hydraulic jack controller, the deflection reader and the strain reader follow according to the planned loading stages. Of all the variations in the concrete slab, it shows that the theoretical $P_{ultimate}$ is greater than the experimental $P_{ultimate}$, but this can be smaller or larger because the work in the field is different from the theory. A lower reinforcement ratio results in a lower slab capacity to support loads. The resulting capacity on plate 60 experimental 83.33 kN and theoretical 88.86 kN, plate 80 experimental 61.11 kN and theoretical 83.13 kN, plate 100 experimental 78.05 kN and theoretical 66.56 kN. Things that affect the theoretical capacity results are the modulus of elasticity and compressive strength of concrete cylinders. The crack pattern that occurs in the experiment is that the plate collapses in the middle of the span in the direction of the given line load.

Keywords: *tensile strength, compression strength, capacity, flexural strength, crack pattern.*

1. PENDAHULUAN

Beton adalah bagian terpenting dari proses konstruksi karena merupakan blok bangunan yang membentuk bangunan itu sendiri seperti pondasi, kolom, dinding, kuda-kuda, ring, sloof, dan atap.

Pada penelitian ini menuju komponen struktur yaitu pondasi. Pondasi plat setempat/telapak merupakan pondasi yang sejak lama sudah digunakan untuk menopang bangunan. Bambu merupakan bahan bangunan yang sangat berpotensi untuk dikembangkan pemakaiannya pada konstruksi bangunan. Keunggulan bambu adalah bobotnya yang ringan dan kelenturan yang cukup tinggi, sehingga bambu sangat cocok untuk konstruksi tahan gempa. Pada penelitian ini akan diuji plat pondasi beton bertulang bambu, dan akan diamati pola retak pada beton bertulang bambu dan pola retak beton bertulang baja, tentunya pola retak pada beton bertulang bambu berbeda dari pada beton bertulang baja.

Berdasarkan latar belakang diatas, Sehingga dapat menentukan judul untuk diajukan, yaitu “Pola Retak dan Keruntuhan Plat Pondasi Beton Bertulang Bambu Dengan Pendekatan 4 Tumpuan Untuk Mendapatkan Nilai Kritis” sebagai Tugas Akhir untuk memenuhi syarat meraih gelar sarjana.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Beton merupakan bahan yang bersifat getas dengan kuat tekan yang relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya. Nilai kuat tarik berkisar antara 9% - 15% dari kuat tekan. Karena itu beton hanya diperhitungkan bekerja dengan baik di daerah tekan pada penampangnya, sedangkan gaya tarik dipikul oleh tulangnya, baik tulang yang berasal dari baja maupun dari bahan lainnya (Dipohusodo, 1996).

B. Plat Beton

Pelat merupakan salah satu elemen struktur yang sangat penting selain balok dan kolom. Pelat digunakan sebagai komponen struktural

pada bangunan bertingkat, jembatan, dan banyak aplikasi lainnya. Plat biasanya dibuat dari beton dengan baja sebagai tulangnya, tetapi untuk eksperimen ini menggunakan bambu. Eksperimen ini akan diterapkan pada plat pondasi, pondasi adalah suatu konstruksi pada bagian dasar bangunan (*sub-structure*)

C. Bahan Uji

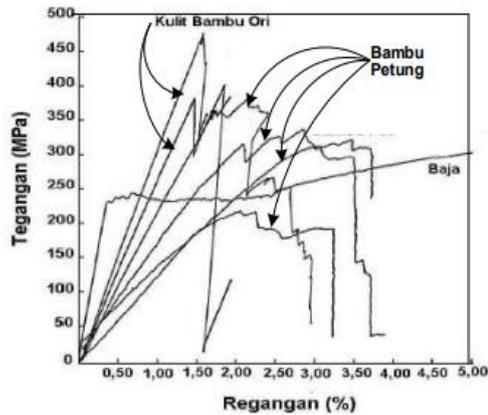
Bahan utama yang digunakan adalah beton, beton itu sendiri terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Bahan untuk tulangnya itu tidak menggunakan baja akan tetapi menggunakan bahan bambu. Untuk jenis bambu yang digunakan adalah bambu petung.

D. Bambu

Bambu tergolong keluarga Gramineae (rumput-rumputan) disebut juga Hiant Grass (rumput raksasa), berumpun dan terdiri dari sejumlah batang (buluh) yang tumbuh secara bertahap, dari mulai rebung, batang muda dan sudah dewasa pada umur 4-5 tahun. Batang bambu petung juga dihargai lebih tinggi dari jenis bambu lainnya.

1. Sifat dan Kuat Tarik Bambu Ori

Masyarakat mengetahui bahwa karakteristik bahan bambu memiliki sifat kegunaan yang baik, antara lain kuat, keras, lurus, rata, keras, mudah dibelah, mudah dibentuk dan mudah dikerjakan, serta ringan sehingga mudah dibawa. Selain itu, tanaman bambu memiliki daya tahan yang luar biasa. Morisco (1996) membandingkan kuat tarik bambu ori dan petung dengan baja bertegangan leleh 235 MPa, dilaporkan bahwa kuat tarik dari struktur kulit bambu ori cukup tinggi yaitu hampir mencapai 490 MPa atau sekitar dua kali tegangan leleh baja.



Gambar 1 Diagram Tegangan-Regangan Bambu dan Baja.

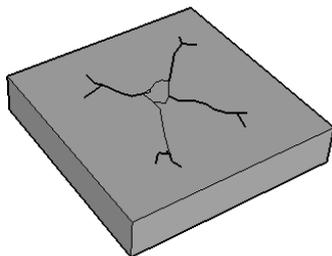
Sumber : Morisco, 1996

2. Sifat Bambu Petung

Penentuan sifat mekanis bambu berdasarkan prasyarat bahwa bambu merupakan bahan bangunan kering dengan kadar air 12%, dan berat jenis bambu di Indonesia dianggap rata-rata sebesar 700 kg/m^3 (Muhtar, 2019).

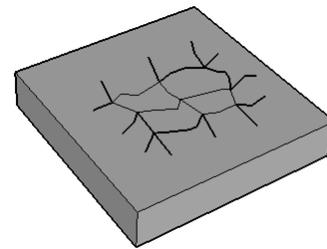
E. Pola Retak dan Keruntuhan Plat Beton

Perilaku keruntuhan beton dapat dibagi dalam tiga tahapan, yaitu: elastis penuh (belum retak), tahapan mulai terjadi retak-retak dan tahapan plastis (beton pecah). Respon non-linier disebabkan dua hal utama yaitu: keretakan beton didaerah tarik dan beton pecah (*crushing*) pada daerah desak. Berikut gambar jenis-jenis retakan yang terjadi pada plat beton bertulang:



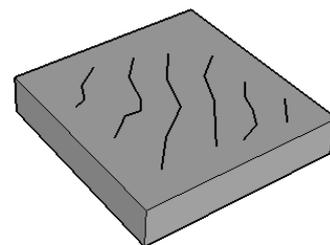
Gambar 2 Jenis Retak Desain Struktur yang Tidak Tepat.

Sumber : Madeh Izat Hamakareem, 2020



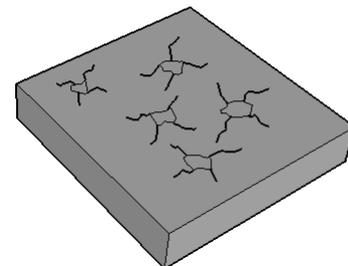
Gambar 3 Jenis Retak Penutup Beton Tidak Memadai.

Sumber : Madeh Izat Hamakareem, 2020



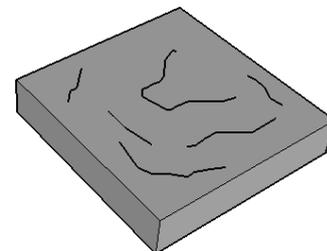
Gambar 4 Jenis Retak Perawatan Tidak Tepat.

Sumber : Madeh Izat Hamakareem, 2020



Gambar 5 Jenis Retak Pemilihan Bahan Salah.

Sumber : Madeh Izat Hamakareem, 2020

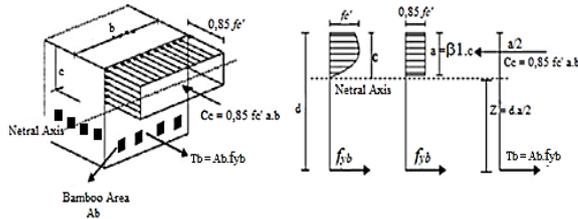


Gambar 6 Jenis Retak Kondisi Lingkungan.

Sumber : Madeh Izat Hamakareem, 2020

F. Kapasitas Lentur Plat Beton

1. Analisa Momen Pada Pelat Lentur



Gambar 7 Tegangan Ekuivalen Untuk Menghitung Kapasitas Momen Nominal, Mn diusulkan Untuk Analisis Penampang.

Sumber : Eksperimen, 2022

Daftar notasi :

- A_b = Luas tulangan bambu (mm^2)
- b = Lebar penampang (m)
- c = Jarak dari serta tekan terluar ke garis netral (mm)
- C_c = Kuat tekan terluar ke garis netral (MPa)
- f_c' = Kuat tekan beton (MPa)
- f_{yb} = Kuat leleh bambu yang disyaratkan (MPa)
- a = Luas daerah yang dibebani (mm^2)
- T_b = Kuat tarik yang disebabkan oleh tulangan (N-mm)
- Z = Kedalaman pondasi (m)
- d = Jarak antara pusat berat tulangan tarik ke tepi serat beton tekan (mm)

Berikut adalah rumus momen nominal (Mn) pelat pondasi :

$$Mn = T \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \dots \dots \dots (1)$$

Atau

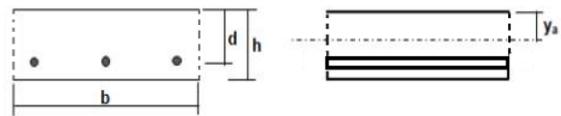
$$Mn = A_b \cdot f_{yb} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- A_b = Luas tulangan bambu (mm^2)
- f_{yb} = Kuat tarik tulangan bambu (MPa)
- d = Jarak antara pusat berat tulangan tarik ke tepi serat beton tekan (mm)
- a = Luas daerah yang dibebani (mm^2)

2. Momen Pada Saat Terjadi Retak Pertama

Perhitungan momen pada saat retak pertama.



Gambar 8 Penampang Transformasi.

Sumber : Eksperimen, 2022

Pusat transformasi tampang :

$$y_a = \frac{\left(C_c \frac{0,85 f_c'}{3}\right)}{C_c} \dots \dots \dots (3)$$

$$I_{gt} = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h \left(y_a - \frac{1}{2}h\right)^2 - (n-1)A_b(d - y_a)^2 \dots (4)$$

$$M_{cr} = \frac{I_{gt}}{y_b} \cdot f_r \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

- f_r = kuat lentur
- I_{gt} = momen inersia gross total
- y_b = $h - y_a$

G. Lendutan

Berikut ini adalah persamaan defleksi maksimum dengan beban terpusat di tengahnya.

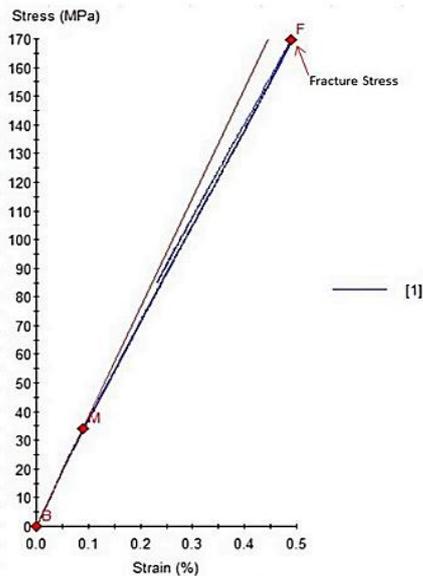
$$\Delta_{maks} = \frac{P \cdot l^3}{48 \cdot EI} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana :

- Δ = defleksi
- P = besar beban terpusat
- l = panjang bentang bersih
- E = modulus elastisitas
- I = momen inersia penampang

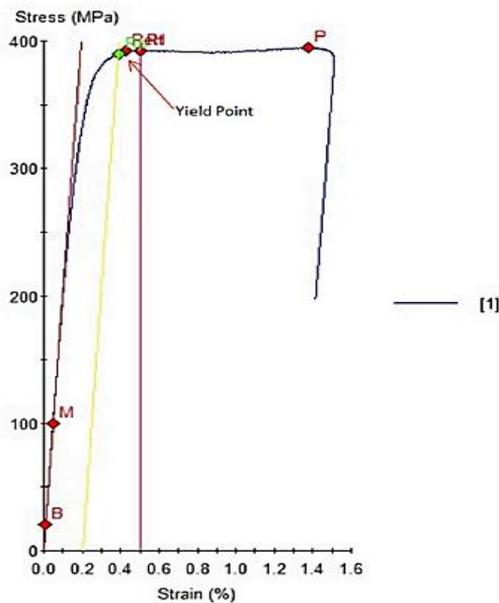
H. Kuat Tarik

Bambu memiliki kekuatan yang relatif tinggi, kekuatan tariknya sebanding dengan baja. Karena bambu berbentuk tabung maka momen redamannya tinggi, sehingga bambu cukup baik untuk menahan momen lentur.



Gambar 9 Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan Bambu Normal.

Sumber : Muhtar, 2019



Gambar 10 Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan Baja.

Sumber : Muhtar, 2019

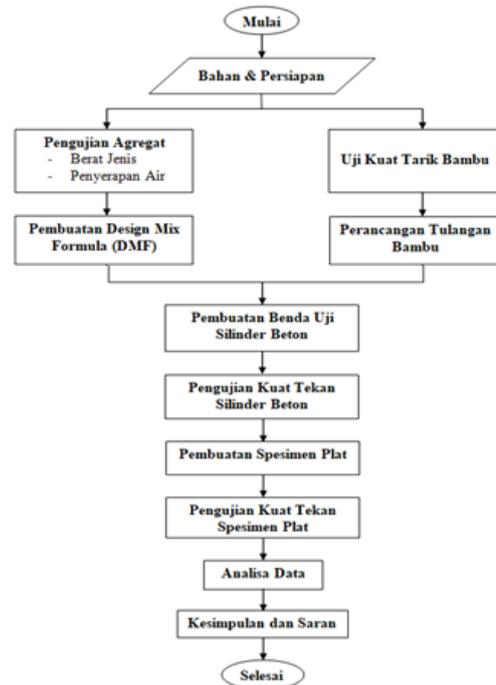
Uji tarik bambu menghasilkan tegangan tarik rata-rata sebesar 126,68 N/mm² dan regangan rata-rata 0,0074. Rata-rata dari modulus elastisitas bambu dihitung berdasarkan rumus $E = \sigma/\epsilon$, dan diperoleh

17,235.74 MPa. Modulus elastisitas baja adalah 207,735.92 MPa (Muhtar, 2019).

3. METODOLOGI

A. Umum

Untuk mempermudah perencanaan penyusunan tugas akhir ini, maka diperlukan suatu metodologi/diagram alir agar Analisa pola retak dan keruntuhan plat beton bertulang bambu berjalan sesuai dengan harapan.



Gambar 11 Rancangan Tahapan Pelaksanaan Penelitian.

Sumber : Eksperimen, 2022

B. Material Penelitian

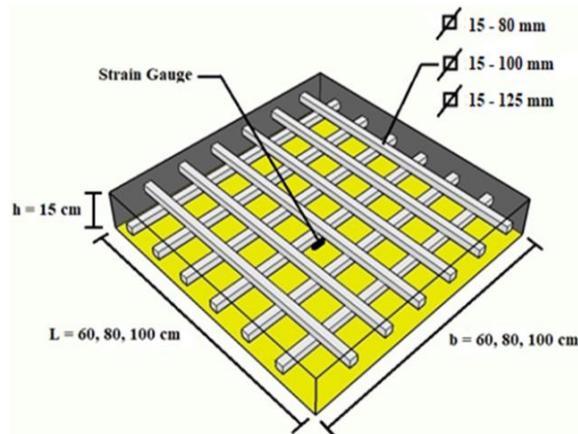
Material yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

1. Semen Portland Komposit (*Portland Composite Cement, PCC*)
2. Agregat Halus (Pasir) dan Agregat Kasar (Batu Split)
3. Bambu Petung (Dimensi Tulangan 15 mm)

C. Rancangan Penelitian

Benda uji terdiri dari 6 plat dengan variasi ukuran (60x60x15) cm, (80x80x15) cm, (100x100x15) cm, dengan masing-masing

variasi terdiri 2 buah benda uji. Tulangan bambu dipasang sebagai tulangan tarik. Pada benda uji ini digunakan variasi jarak antar tulangan 80 mm, 100 mm, 125 mm dengan dimensi tulangan 15 mm.



Gambar 12 Variasi Benda Uji
 Sumber : Eksperimen, 2022

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Agregat

Klasifikasi agregat dapat terbagi atas agregat *rounded* (bulat), agregat bulat sebagian atau tidak teratur, agregat *angular* (bersudut), agregat panjang, dan agregat pipih. Tipe agregat yang dipakai

akan menghasilkan kuat tekan yang berbeda, pada penelitian ini menggunakan agregat *angular* berkemungkinan keruntuhan yang didapatkan bersifat daktail.

Tabel 1 Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis	Hasil	Satuan
Berat Jenis SSD	2.70	
Penyerapan Air	2.99	%
Kadar Air	3.09	%
Berat Volume	1.32	gr/cm ³

Sumber : Perhitungan, 2022

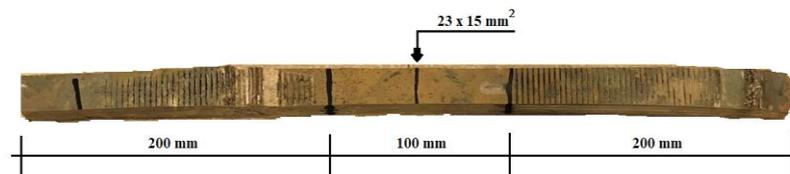
Tabel 2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis	Hasil	Satuan
Berat Jenis SSD	2.65	
Penyerapan Air	0.50	%
Kadar Air	0.60	%
Berat Volume	1.17	gr/cm ³

Sumber : Perhitungan, 2022

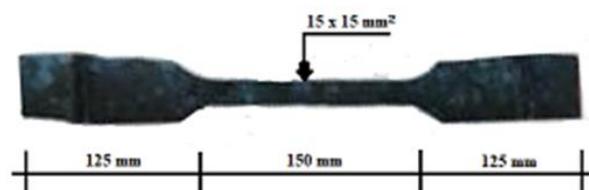
B. Kuat Tarik Bambu Petung

Prosedur uji tarik bambu dilakukam seperti uji tarik baja. Alat uji tarik bambu menggunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*) kapasitas 500 kN.



Gambar 13 Benda Uji Kuat Tarik

Sumber : Eksperimen, 2022



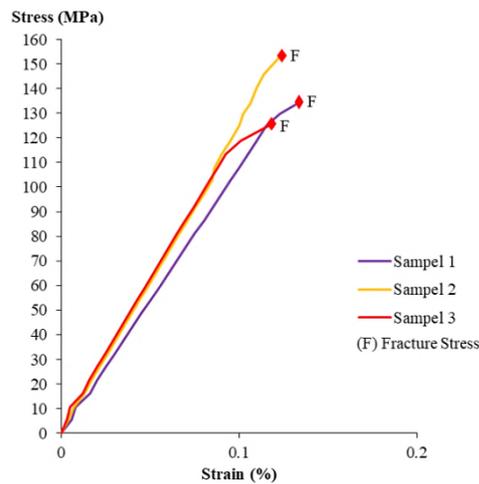
Gambar 14 Benda Uji Kuat Tarik

Sumber : Muhtar, 2019

Tabel 3 Hasil Pengujian Kuat Tarik Bambu Petung

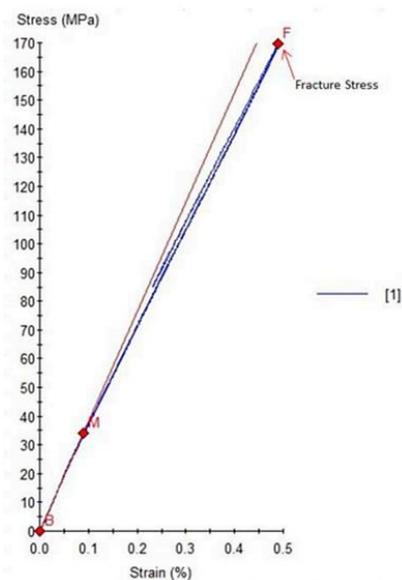
No	Area (mm ²)	Maximum Force (kN)	Tensile Strength (MPa)	Yield Force (kN)	Yield Stress (MPa)	Elongation (%)	Strain (%)
1	294	45.08	153.33	39.47	134.25	13.27	0.1327
2	345	57.71	167.28	52.68	152.7	12.19	0.1219
3	345	48.68	141.1	43.23	125.3	11.67	0.1167
Average	328	50.49	153.90	45.13	137.42	12.38	0.12

Sumber : Eksperimen, 2022



Gambar 15 Stress dan Strain Tulangan Bambu Petung

Sumber : Eksperimen, 2022



Gambar 16 Hubungan Tegangan-Regangan Tulangan Bambu Normal

Sumber : Muhtar, 2019

Pada penelitian yang dilakukan oleh Muhtar (2019) mendapatkan hasil tegangannya mencapai 169 MPa, sedangkan pada **Gambar 15** mendapatkan hasil tegangannya mencapai 152.7 MPa. Hal yang membuat hasil lebih kecil dikarenakan bentuk dari pada benda uji tersebut yang berbeda seperti pada **Gambar 13** dan **Gambar 15**, sehingga benda uji pada penelitian yang dilakukan oleh Muhtar (2019) daya cengkramannya lebih kuat dan tegangannya lebih besar.

C. Mix Design Beton

Tabel 4 Kesimpulan Teori

Uraian	Berat Beton (kg)	Air (ltr)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)
1 m ³	1713.91	225	409.09	822.68	891.23
1 Adukan	167.58	22	40	80.44	87.14

Sumber : Perhitungan, 2022

Tabel 5 Proporsi Campuran

Uraian	Proporsi Campuran Dalam Sat. Berat	Proporsi Campuran Dalam Sat. Volume
Semen	1	1.0
Pasir	2.0	2.0
Kerikil	2.2	2.4

Sumber : Perhitungan, 2022

Tabel 6 Variasi Proporsi

Bahan	UK. 60	UK. 80	UK. 100
Air	8.8	15.7	24.5
Semen	22.1	39.3	61.4
Pasir	44.5	79.1	123.5
Kerikil	48.2	85.6	133.8

Sumber : Perhitungan, 2022

D. Kuat Tekan Beton

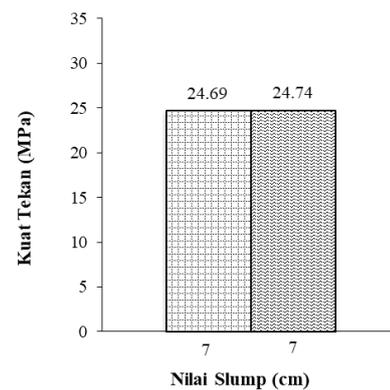
Kuat tekan beban beton adalah jumlah beban per satuan luas yang akan menyebabkan benda uji beton hancur ketika mengalami gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990). Pada penelitian ini kuat tekan yang direncanakan 18,68 MPa.

Tabel 7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton

No.	Nilai Slump (cm)	Beban Maks. (kN)	Berat (kg)	Kuat Tekan (Mpa)
1	7	436	12.26	24.69
2	7	437	12.50	24.74

Sumber : Eksperimen, 2022

Dari pengujian tersebut mendapatkan hasil kuat tekan paling tinggi sebesar 24,74 MPa dengan nilai slump sebesar 7, dan hasil kuat tekan yang dipakai untuk perhitungan kapasitas teoritis yaitu hasil kuat tekan yang rendah untuk mendapatkan nilai kritis.

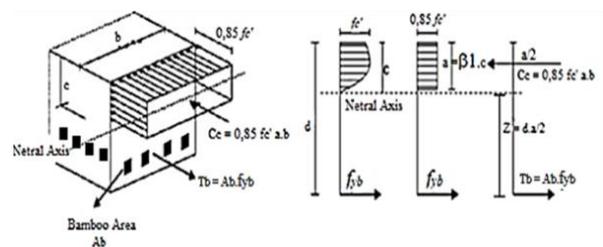


Gambar 17 Hubungan Kuat Tekan dan Nilai Slump

Sumber : Eksperimen, 2022

E. Kapasitas Plat Beton

1. Kondisi Sebelum Retak



Gambar 18 Plat Sebelum Retak

Sumber : Perhitungan, 2022

b	= 60	cm
h	= 15	cm
d'	= 3.25	cm
d	= 11	cm
A _b	= 15.8	cm ²
E _b	= 11063.56	MPa
f' _c	= 24.69	MPa
E _c	= 20310.85	MPa
f _{yb}	= 141.10	MPa

Tabel 8 Garis Netral Transformasi

Bagian	Luas A (cm ²)	Y (cm)	A.Y
Beton	900.00	7.5	6749.231
Tul A/bambu	15.7500	11	173.25
Total	924.75		6951.73

Sumber : Perhitungan, 2022

2. Momen Inersia

- Rasio Modular/Angka Ekuivalen

$$n = \frac{E_b}{E_c} = \frac{11063.56}{20310.85} = 0.54$$

- Jarak Garis Netral

$$Y = \frac{b \cdot h \cdot \left(\frac{1}{2}\right) \cdot h + (n-1) \cdot A_b \cdot d + (n-1) \cdot d'}{b \cdot h + (n-1) \cdot A_b + (n-1) \cdot A_b'} = \frac{6742097.33}{89927.84} = 75 \text{ mm} = 7.5 \text{ cm}$$

$$Y_t = h - Y = 75 \text{ mm} = 7.5 \text{ cm}$$

- Momen Inersia

$$I_{gt} = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 + b \cdot h \cdot \left(y - \frac{h}{2}\right)^2 + (n-1) \cdot A_b \cdot (d-y)^2 + (n-1) = 168662087.8 \text{ mm}^4 = 168.6620878 \text{ cm}^4$$

Retak akan terjadi pada modulus keruntuhan beton

- Modulus Pecah Beton (f_r)

$$f_r = 0,7 \sqrt{f'_c} = 3.03 \text{ MPa} = 3089.74 \text{ kg-cm}^2$$

Sehingga momen retak sebesar:

$$M_{cr} = \frac{I_{gt}}{y_b} = 69457.29 \text{ kg-cm} = 694.57 \text{ kg-m}$$

3. P_{retak awal}

Momen maksimum total = Momen retak (M_{cr})

$$5.83 \text{ kg-m} + 0.15 P = 694.57$$

$$0.15 P = 688.74$$

4. P_{ultimit}

- Keseimbangan Gaya

$$C = T$$

$$C_c = T$$

$$(0.85) \cdot f'_c \cdot b \cdot a = A_b \cdot f_{yb}$$

$$9524.25 \cdot a = 22223.25$$

$$a = 2.33 \text{ mm}$$

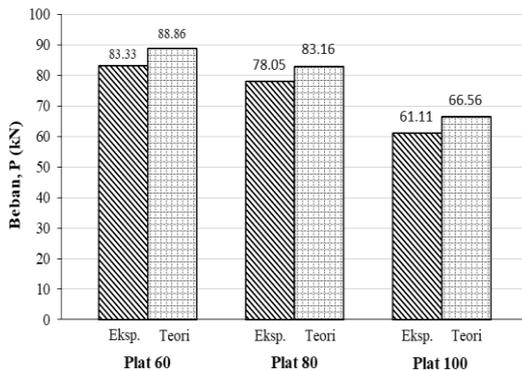
- Momen Lentur Nominal (M_n)

$$M_n = T \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 2418630.38 \text{ Nmm} = 1365.32 \text{ kg-m}$$

M_n = Momen maksimum total
 1365.32 = 5.832

$$P = 9063.23 \text{ kg} = 88.86 \text{ kN (P}_{ultimit})$$

F. Perbandingan $P_{ultimit}$ dan $P_{retak\ awal}$ Plat Beton Hasil Eksperimen dan Teoritis

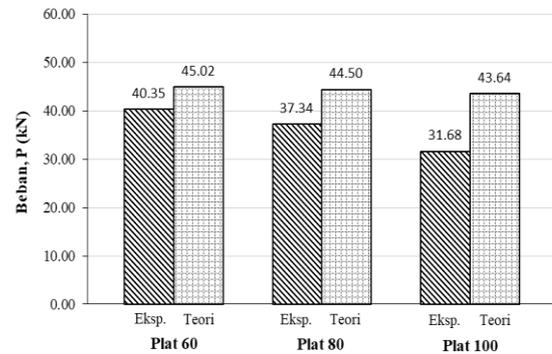


Gambar 19 Perbandingan $P_{ultimit}$ Plat Beton Antara Eksperimen dan Teoritis

Sumber : Perhitungan dan Eksperimen, 2022

Pada **Gambar 19** dilihat bahwa dari semua variasi plat beton itu menunjukkan $P_{ultimit}$ teoritis lebih besar dari pada $P_{ultimit}$ eksperimen, tetapi hal ini bisa lebih kecil atau lebih besar dikarenakan pekerjaan dilapangan berbeda dengan teori. Dari gaya beban yang didapatkan oleh pengujian kuat lentur $P_{ultimit}$ eksperimen dan $P_{ultimit}$ teoritis bahwa plat 60 adalah yang paling efektif dikarenakan dimensinya kecil dan jarak tulangan yang digunakan juga kecil/rapat dibandingkan dengan plat 80 dan plat 100. Perbandingan antara $P_{ultimit}$ eksperimen dengan $P_{ultimit}$ teoritis pada plat 60 sebesar 6,21 %, plat 80 sebesar 6,14 %, dan plat 100 sebesar 8,19 %. Hal ini dipengaruhi oleh saat dilakukan

pegecoran benda uji tidak terisi dengan padat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Novia dan Djoko (2021) bahwa acuan selisih teoritis lebih besar dari eksperimen yaitu maksimal sebesar 20%.



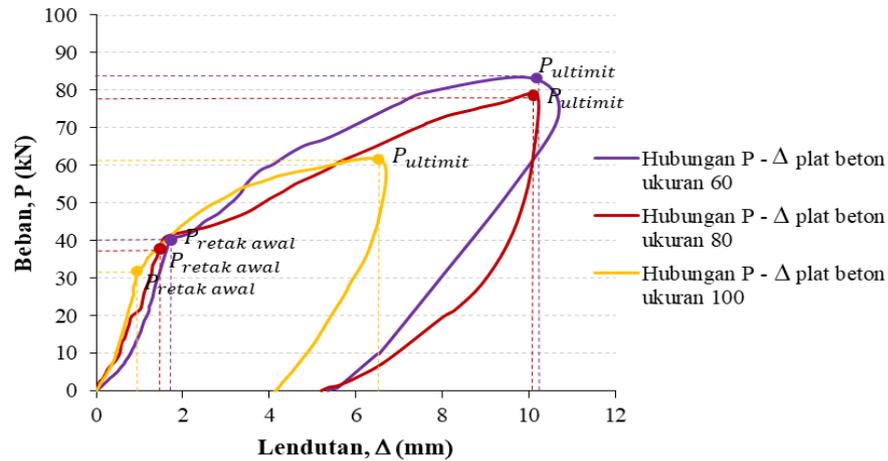
Gambar 20 Hubungan $P_{retak\ awal}$ Plat Beton Antara Eksperimen dan Teori

Sumber : Perhitungan dan Eksperimen, 2022

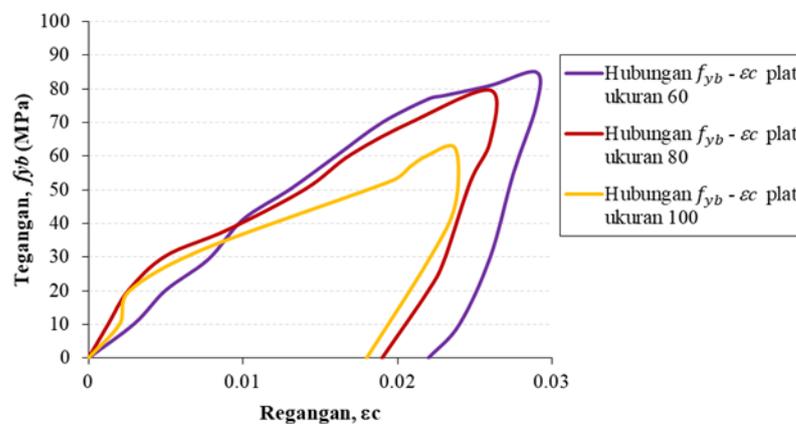
Berdasarkan **Gambar 20** dilihat bahwa $P_{retak\ awal}$ teoritis lebih besar dari pada $P_{retak\ awal}$ eksperimen. Perbandingan antara $P_{retak\ awal}$ eksperimen dengan $P_{retak\ awal}$ teoritis pada plat 60 sebesar 10,36 %, plat 80 sebesar 16,09 %, dan plat 100 sebesar 27,41 %.

G. Hubungan Beban Dengan Lentutan

Pengujian lentur plat dilakukan setelah proses curing selama 28 hari. Metode pembebanan pada penelitian menggunakan beban terpusat. Berikut hasil dari pengujian lentur plat.



Gambar 21 Hubungan Beban dan Lendutan Plat
 Sumber : Eksperimen, 2022



Gambar 22 Hubungan Tegangan dan Regangan Plat Beton
 Sumber : Eksperimen, 2022

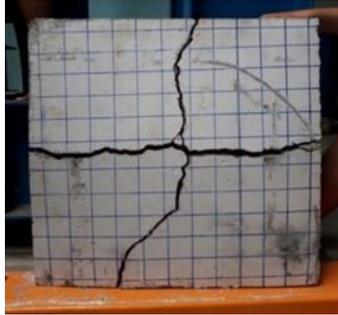
Runtuhnya plat pada plat ukuran 60 terjadi dibeban 83,33 kN dan plat ukuran 80 dibeban 78,05 kN, sedangkan runtuhnya plat pada ukuran 100 dibeban 61,11 kN. Sehingga dapat diketahui bahwa pelat dengan ukuran 60 memiliki kekuatan yang ditahan oleh beton dan tulangan sehingga memiliki waktu runtuh yang lama.

Dari **Gambar 21** terlihat bahwa pengaruh beban terhadap lendutan menunjukkan kecenderungan relatif, yaitu semakin besar bebannya, semakin besar defleksinya. Hal ini dikarenakan semakin besar beban maka semakin besar pula gaya tarik pada pelat dan

semakin besar pula deformasinya. Hal ini ditunjukkan dengan semakin tinggi nilai lendutan yang terjadi. Akan tetapi ketika nilai beban diturunkan saat setelah plat runtuh maka nilai lendutan menjadi turun, perilaku tersebut dikarenakan sifat bambu yang elastis.

Untuk pengaruh variasi jarak tulangan, semakin naik luas tulangan bambu semakin kecil nilai tegangan tariknya dikarenakan ada variasi dimensi plat beton. Sehingga plat beton efektif terjadi pada plat beton ukuran 60 dengan jarak tulangan 80 mm.

H. Pola Retak Pada Beton



Gambar 23 Pola Retak Plat Ukuran 60
Sumber : Eksperimen, 2022

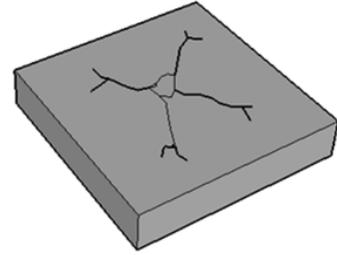


Gambar 24 Pola Retak Plat Ukuran 80
Sumber : Eksperimen, 2022



Gambar 25 Pola Retak Plat Ukuran 100
Sumber : Eksperimen, 2022

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa pola retak yang terjadi pada eksperimen dan teori memiliki pola yang sama yaitu pelat runtuh ditengah bentang searah dengan beban garis yang diberikan. Pola retak memanjang ini sesuai dengan teori garis leleh akibat beban terpusat garis yaitu keruntuhan terjadi pada daerah momen maksimum yaitu ditengah bentang.



Gambar 26 Jenis Retak Desain Struktur Yang Tidak Tepat (Teori)
Sumber : Madeh Izat Hamakareem (2020)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Madeh Izat Hamakareem (2020) pola retak yang terjadi pada plat eksperimen merupakan rasio tulangan yang rendah karena kesalahan dalam tahap desain. Rasio tulangan yang lebih rendah menghasilkan kapasitas pelat yang lebih rendah untuk menopang beban. Akibatnya, keruntuhan plat terjadi pada beban yang lebih kecil.

5. PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh hasil penelitian serta analisa yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas yang dihasilkan pada plat 60 eksperimen 83,33 kN dan teoritis 88,86 kN selisih 6,21 %, plat 80 eksperimen 78,05 kN dan teoritis 83,13 kN selisih 6,14 %, plat 100 eksperimen 61,11 kN dan teoritis 66,56 kN selisih 8,19 %. Acuan selisih teoritis lebih besar dari eksperimen yaitu maksimal sebesar 20% dari penelitian yang dilakukan Novia dan Djoko (2021). Hal yang mempengaruhi pada hasil kapasitas teoritis yaitu modulus elastisitas dan kuat tekan silinder beton.
2. Pola retak yang terjadi pada eksperimen yaitu pelat runtuh ditengah bentang searah dengan beban garis yang diberikan, pola retak memanjang ini sesuai dengan teori garis leleh akibat beban terpusat garis yaitu keruntuhan terjadi pada daerah momen maksimum yaitu ditengah bentang.
3. Perbandingan kapasitas yang dihasilkan dari semua variasi plat menunjukkan eksperimen lebih kecil dari teoritis dengan rata-rata selisih 6.84 %. Pola retak yang terjadi pada plat eksperimen dan teori merupakan rasio tulangan yang rendah karena kesalahan dalam tahap desain. Rasio tulangan yang lebih rendah menghasilkan kapasitas pelat yang lebih rendah untuk menopang beban.

B. SARAN

Saran yang dapat penulis berikan adalah agar perencanaan pondasi tiang pancang lebih efektif maka perlu dilakukan analisis tambahan sebagai berikut :

1. Agar hasil uji tarik bambu konsisten dan efektif, maka harus dilakukan kehati-hatian dalam menyiapkan benda uji tarik.

2. Pengujian dapat dilakukan pada bambu dimana tulangan yang bentuk atau desainnya berbeda diganti dengan tulangan bambu yang berbeda.
3. Untuk mencapai hasil maksimal, tingkat presisi tertinggi diperlukan saat melakukan uji kuat lentur.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, I., (1996), *Struktur Beton Bertulang*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 544 pp.
- Candra, A.I., Yusuf A. dan Rizky A., (2018), *Studi Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pada Pembangunan Gedung LP3M Universitas Kadiri*, Jurnal CIVILLA, Vol. 3, No. 2 : 167.
- Muhtar dan Dewi, S.M., (2019), *Perkuatan Tulangan Bambu Menggunakan Klem-Selang (Hose Clamp)*, Penerbit LPPM Unmuh Jember, Jember.
- Ardhyananta, H., dan Sulistijono, G.H.S., (2012), *Karakterisasi dan Sifat Mekanik Bambu Ori dan Bambu Petung*, In *Seminar Pascasarjana XII*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Agus I., (2021), *Kajian Eksperimental Kekuatan Lentur Pelat Beton Self Compacting Concrete (SCC)*, Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil Unidayan, Vol. X, No. 2 : 51.
- Putra D, Sedana IW., (2007), *Kapasitas Lentur Plat Beton Bertulangan Bambu*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 11, No. 1 : 45-54, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar.
- Morisco, (1996), *Bambu Sebagai Bahan Rekayasa*, Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya dalam Bidang Teknik Konstruksi, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Morisco, (1999), *Rekayasa Bambu*, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Made Izat, 2020, *What are the Causes of Cracks in Reinforced Concrete Slab*,

- The Constructor*,
<https://theconstructor.org/building/causes-cracks-reinforced-concrete-slab/121026/>, diakses 2 Juli 2022.
- ASTM C39/C39M. *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*.
- Fahrina R. dan Gunawan I., (2014), *Pemanfaatan Bambu Betung Bangka Sebagai Pengganti Tulangan Balok Beton Bertulangan Bambu*, Jurnal Fropil, Vol. 2, No. 1.
- Wijayanti N.T., Sulisty D., dan Muslikh, (2021), *Perilaku Lentur Pelat Sistem Satu Arah Beton Bertulang Berongga Dengan Pemanfaatan Botol Bekas Berbahan Plastik Sebagai Pembentuk Rongga*, Jurnal Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, Vol. 6, No. 1.
- Wonlele T., Dewi S.M., dan Nurlina S., (2013), *Penerapan Bambu Sebagai Tulangan Dalam Struktur Rangka Beton Bertulang*, Jurnal Rekayasa Sipil, Vol. 7, No. 1.
- Pakusadewo L., Wisnumurti., dan Wibowo A., (2015), *Perbandingan Kuat Lentur Dua Arah Plat Beton Bertulangan Bambu Rangkap Lapis Styrofoam Dengan Plat Beton Bertulangan Bambu Rangkap Tanpa Styrofoam*, Jurnal Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Sasmita M.H., Dewi S.M., dan Wijaya M.N., (2016), *Interaksi Kekuatan Lentur dan Berat Volume Pelat Beton Ringan Tumpuan Sederhana Bertulangan Bambu*, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Sudarsana I K., Putra D., dan Puryandhari I G.A.P.W., (2020), *Kuat Lekat Tulangan Bambu Petung dan Bambu Tali Dalam Beton Normal*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 24, No. 1.