



Analisis Pelat Beton Bertulang Bambu Ampel

Moh Lutfi Lukman Mubaroq¹, Eko Walujodjati²

Jurnal Konstruksi
Institut Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

¹1811047@itg.ac.id

²eko.walujodjati@itg.ac.id

Abstrak – Kebutuhan Indonesia akan akses jalan dan gedung semakin meningkat, namun pertumbuhan ekonomi yang seimbang tidak akan bertahan. Oleh karena itu, kami mencari cara untuk mewujudkan struktur yang ringan dan kuat dengan biaya rendah. Pelat beton bertulang bambu untuk lampu lalu lintas merupakan kombinasi yang efektif sebagai alternatif pelat dan anggota non-struktural. Bambu Ampel yang akan digunakan merupakan bambu dengan umur lebih dari satu tahun, kemudian bambu ini akan dibentuk menyerupai tulangan besi polos dengan diameter 8mm. Selanjutnya dilaksanakan pengujian dengan umur perawatan 28 hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bambu Ampel terhadap kelayakan beton ditinjau dari kekuatan lentur satu arah dan kuat tarik bambu Ampel itu sendiri. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode analisis teoritis dengan data yang diperoleh dari hasil laboran yang melakukan eksperimen di laboratorium. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan rata-rata besar kuat tarik pada bambu Ampel adalah 396,10 MPa dan memenuhi standar tulangan besi polos yaitu minimal kuat tarik sebesar 350 MPa dan kekuatan lentur pelat beton yang didapat dengan mengganti tulangan besi menggunakan bambu Ampel adalah 3,64 MPa dengan beban maksimum 9,07 KN. Juga dihasilkan lendutan pelat beton bertulang bambu ampel sebesar 0,913 mm.

Kata Kunci - Bambu Ampel; Kekakuan; Kuat Lentur; Kuat Tarik; Lendutan; Pelat Beton.

I. PENDAHULUAN

Beton adalah bahan bangunan yang biasa digunakan dalam konstruksi bangunan, jembatan dan pengaspalan jalan. Keunggulan beton dibandingkan dengan bahan lainnya yaitu tahan panas, tahan abrasi, memiliki kekuatan tekan yang tinggi, dan kelenturan yang baik dengan kekuatan tekan yang tinggi saat segar. Beton juga sedang dikembangkan baik dalam teknologi pembuatan campuran maupun dalam pelaksanaannya. Bahan dasar pembuatan beton adalah semen, pasir, kerikil dan air [1]. Pelat berisi komponen struktur beton bertulang dengan $h < b$ (tinggi atau tebal penampang struktur kurang dari lebar penampang). Pelat adalah elemen planar tipis yang menahan beban lateral dan dipindahkan ke sub-balok, balok utama, dan kolom oleh aksi lentur setiap kolom [2].

Kegunaan pelat ini digunakan pada konstruksi sipil seperti lantai gedung atau jembatan, dermaga atau atap gedung. Saat merencanakan pelat beton, ketebalan pelat sangat dipengaruhi oleh panjang lintasan, semakin panjang lintasan, semakin tebal pelat, sehingga ketika merencanakan pelat lantai, gunakan balok jika perlu untuk mengurangi panjangnya dapat dibagi lagi. Sehingga ketebalan pelat lebih tipis dibandingkan tanpa penyangga [2]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan wawasan tentang variasi material yang digunakan pada pelat beton bertulang kepada masyarakat. Kemungkinan penguatan bambu yang dioptimalkan. Ini dapat digunakan sebagai alternatif pelat dengan pengaku alternatif yang kuat dalam kekakuan lentur.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan bukti nyata pemanfaatan balok bertulang bambu sebagai bahan bangunan [4].

Pemilihan beton sebagai bahan bangunan mendorong para ahli beton untuk mengembangkan bahan tambah beton. Bahan tambah ini merupakan bahan penting, terutama dalam hal kekuatan beton dan saat ini membutuhkan segala sesuatu yang praktis, efisien dan ekonomis tanpa mempengaruhi kualitas beton. Penggunaan aditif ini dimaksudkan untuk meningkatkan dan melengkapi sifat beton jika diperlukan [5]. Penggunaan bahan tambah dalam konstruksi beton telah meningkat secara signifikan dengan pesatnya perkembangan sektor konstruksi. Banyak penemuan-penemuan baru yang dapat menggantikan metode tradisional, seperti di bidang perkuatan struktur. Cara ini mudah diterapkan dan hanya sedikit menambah dimensi struktur, menjaga keindahan struktur tanpa mengurangi kekuatan struktur [6].

Struktur dengan fungsi dan kombinasi beban yang berbeda diklasifikasikan sebagai struktur yang rentan baik terhadap perubahan fungsi yang menyebabkan peningkatan daya dukung beban maupun kemungkinan kesalahan komputasi dalam perhitungan perencanaan. Oleh karena itu, perlu adanya alternatif yang diharapkan dapat memperbaiki atau meningkatkan mutu beton. Salah satu upaya yang dilakukan adalah memberikan beton kuat lentur yang tinggi. Artinya, menambahkan pengaku pada beton untuk meningkatkan kekuatannya. Kuat lentur diketahui ada pada semua struktur beton bertulang [7].

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Analisis Data

Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan menganalisis data dari laboran hasil eksperimen yang dilakukan di laboratorium. Analisis data pada penelitian ini menggunakan hitungan manual dengan bantuan program Microsoft Excel. Adapun tahap penelitian yang dilakukan sebagai berikut

1. Analisis Beban Maksimum Pelat Beton Bertulang Bambu
Dalam analisis ini dilakukan untuk menentukan beban maksimum yang dapat ditahan oleh pelat menentukan beban maksimum ini dilihat dari kuat tarik tulangan, kuat tekan beton segar dan kuat leleh tulangan [8].
2. Analisis Kuat Kapasitas Lentur Pelat Beton Bertulang Bambu
Pada analisis ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas lentur yang terjadi pada pelat beton bertulang bambu, dari hasil ini dapat dilihat pelat bertulang bambu memenuhi syarat atau tidak untuk digunakan untuk dijadikan struktur bangunan [9].
3. Analisis Kuat Lentutan Pelat Beton Bertulang
Analisis lentutan dihitung untuk mengetahui lentutan yang akan terjadi pada pelat tersebut. Karena pelat akan mengalami lentutan dari beban-beban yang akan diterima oleh pelat. Oleh karena itu perlu diperhitungkan lentutan yang terjadi supaya dapat meminimalisir kerusakan yang akan terjadi pada pelat tersebut [10].
4. Analisis Kekakuan Pelat Beton Bertulang
Analisis kekakuan dilakukan untuk mengetahui kekakuan pelat beton bertulang bambu untuk mengetahui kekakuan yang dimiliki oleh pelat tersebut [11].

B. Pedoman Perhitungan

Pada analisis pelat beton bertulang, perlu diperhatikan ketentuan sebagai berikut:

1. Tebal selimut beton pelat minimum (Pasal 7.7.1):
 - a. Untuk batang tulangan pelat $\emptyset \leq 36$, tebal selimut pelat beton ≥ 20 mm.
 - b. Untuk batang tulangan pelat $\emptyset \geq 40$, tebal selimut pelat beton ≥ 40 mm.
2. Tebal minimum pelat (h)
 - a. Untuk pelat satu arah pada tabel 1.

Tabel 1: Tebal Minimum Pelat

| Komponen Struktur | Tebal Minimum, h | | | |
|----------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|------------|
| | Dua Tumpuan Sederhana | Satu Ujung Menerus | Kedua Ujung Menerus | Kantilever |
| Pelat masif satu arah | 1/20 | 1/24 | 1/28 | 1/10 |
| Balok atau pelat rusuk satu arah | 1/16 | 1/18,5 | 1/21 | 1/8 |

- b. Untuk pelat dua arah rujukan [12] (Pasal 9.5.3.3 SNI 2847 : 2013), tebal minimum pelat bergantung pada $\alpha m = \alpha$ rata-rata, α adalah rasio kekakuan lentur balok terhadap kekakuan lentur pelat dengan rumus sebagai berikut :

$$\alpha m = \frac{E_{cb}/I_b}{E_{cp}/I_p} \quad \dots (1)$$

Dimana:

- E_{cb} : Elastisitas beton Balok
- E_{cp} : Elastisitas beton pelat
- I_b : momen inersia balok
- I_p : Momen inersia pelat

3. Tebal selimut beton minimal 20 mm untuk tulangan D ≤ 36 dan 40 mm untuk tulangan D44-D56 (Pasal 7.7.1)
4. Besar nilai β untuk mutu beton
 - a. $f_c' \leq 30$ Mpa, β = 0,85
 - b. $f_c' > 30$ Mpa, β = 0,85 – 0,008 (f_c' – 30)

C. Lendutan

Dalam penelitian ini Bambu digunakan sebagai tulangan. Diperlukan peninjauan terhadap luas tulangan bambu menggunakan Perhitungan Metode Penampang Transformasi. Sesuai dengan prinsip Perhitungan Metode Penampang Transformasi dilakukan penggantian luasan salah satu material untuk menjadi material lain agar menjadi satu material yang sama atau homogen. Pemilihan ditentukan berdasarkan nilai modulus elastisitas dari material penyusunan kompositnya. Modulus elastisitas dari beton (E_c) lebih besar dari modulus elastisitas tulangan (E bambu), sehingga luas beton diubah dengan luas bambu agar dapat dilakukan perhitungan [5].

Dengan menggunakan nilai perbandingan modulus elastisitas:

$$n = \frac{E_c}{E_{Bambu}} \quad \dots (2)$$

Sehingga didapatkan luasan penampang yang baru setelah dilakukan pergantian luasan beton:

$$A = b \cdot h + (n - 1) \cdot A_s \quad \dots (3)$$

Dimana :

- n : rasio modulus elastisitas antara beton dengan tulangan bambu
- E bambu : modulus elastisitas bambu (kg/cm²)
- E_c : modulus elastisitas spesi (kg/cm²)
- A : luas penampang setelah transformasi (cm²)
- b : lebar penampang setelah transformasi (cm)
- h : tinggi penampang komposit (cm)
- A_s : luas tulangan bambu (cm²)

D. Kekakuan

Kekakuan adalah hubungan antara beban dan lendutan ketika pelat beton elastis sempurna. Atau, dapat diidentifikasi sebagai kemiringan diagram beban-defleksi pada tahap pra-retak [13]. Sehingga kekakuan dapat dihitung dengan menggunakan:

$$k = \frac{P}{\Delta} \quad \dots (4)$$

Keterangan

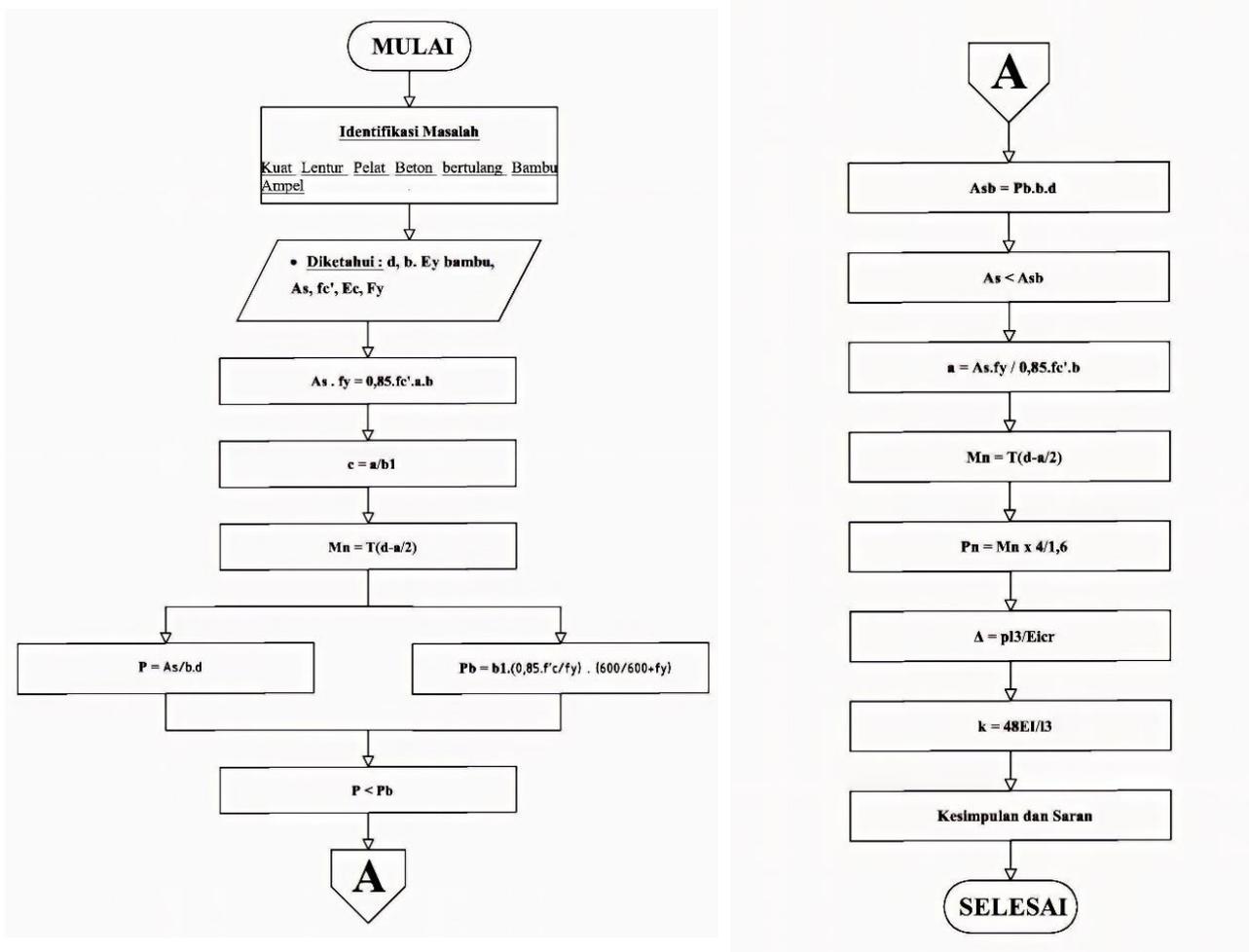
K = Kekakuan

P = Beban

Δ = Lendutan

E. Diagram Alir Penelitian

Proses dalam melaksanakan penelitian mulai dari tahap awal hingga akhir memerlukan bagan alir agar proses pengerjaan terstruktur dan lebih mudah, seperti dalam gambar 2.



Gambar 2: Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN DISKUSI

Penelitian ini merupakan analisis data dari hasil pengujian eksperimen uji kuat lentur pelat satu arah yang dilakukan oleh peneliti terdahulu Pada bab ini akan membahas mengenai perhitungan kapasitas momen kuat lentur satu arah dengan menggunakan tulangan bambu ampel. Sehingga dari hasil analisis perhitungan ini bisa diketahui kuat lentur pelat satu arah dengan menggunakan tulangan satu arah. Tinjauan analisis ini dilakukan terhadap pelat beton bertulang bambu ampel. Perhitungan lentur ini mengacu pada peraturan peraturan yang berlaku dan rumus rumus yang sesuai dengan SNI 2847:2013.

A. Kuat Kapasitas Lentur

Kapasitas kuat lentur pelat beton bertulang bambu dengan diketahui $f'c$ 16,66 Mpa f_y 240 dan dimensi benda uji yaitu 600x200x100 mm menggunakan persamaan:

$$\sum \text{Gaya Horizontal} = 0; Cc - Ts = 0$$
$$0,85 \cdot f'c \cdot ab - As \cdot fy = 0, \text{ sehingga } a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$Mn = 0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b \left(\frac{As \cdot fy}{2} \right)$$

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

$$Mn = 200 \cdot 240 \left(80 - \frac{4,25}{2} \right)$$

$$Mn = 3738000 \text{ Nmm} = 3,74 \text{ KNm}$$

$$Pn = \frac{3,74 \cdot 4}{1,6}$$

$$Pn = 9,35 \text{ KN}$$

Hasil penelitian yang dilakukan dengan metode eksperimen dan analisis teoritis dihasilkan kapasitas lentur dan beban maksimum pelat beton bertulang bambu ampel, momen kapasitas lentur pelat beton bertulang bambu haur eksperimen 1,32 kN.m, sedangkan untuk momen kapasitas lentur beton bertulang bambu haur analisis 3,74 KNm. Selain kapasitas lentur dihasilkan juga beban maksimum yang didapatkan, beban maksimum pelat beton bertulang bambu eksperimen 13,23 kN, sedangkan beban maksimum secara teoritis dihasilkan 9,35 KN. Kemudian dihitung perbandingan hasil analisis teoritis dengan hasil eksperimen menggunakan rumus:

Kapasitas lentur:

$$\rho k = \frac{k1 - k2}{k2} \times 100\%$$

$$\rho k = \frac{3,74 - 1,32}{1,32} \times 100\% = 64,7\%$$

Beban Maksimum :

$$\rho k = \frac{k1 - k2}{k2} \times 100\%$$

$$\rho k = \frac{13,23 - 9,35}{9,35} \times 100\% = 29,33\%$$

Sehingga didapat nilai perbandingan selisih antara kapasitas lentur eksperimen dengan kapasitas lentur analisis sebesar 64,7%, dan nilai perbandingan selisih antara beban maksimum eksperimen dengan beban maksimum analisis sebesar 29,33%.

B. Lendutan

Lendutan teoritis dihitung dengan menggunakan I kritis, dihitung ketika pelat pertama retak, dan modulus Young pelat dari pengujian:

$$\Delta = \frac{P \cdot l^3}{48EI}$$

$$\Delta = \frac{924,65 \times 200^3}{48 \times 19183,83 \times 13096,84}$$

$$= 0,613 \text{ mm}$$

C. Kekakuan

Di dunia nyata, arah hubungan antara beban lentur adalah garis lurus dengan perilaku elastis sempurna. Kekakuan pelat beton dapat diperkirakan dengan menggunakan teori sistem ikatan menggunakan modulus Young beton (E_c), modulus Young bambu (E -bambu), dan momen inersia ikatan. Untuk menghitung momen inersia penampang (I) diperlukan peninjauan terhadap luas tulangan (A_s). Pada dasarnya perhitungan momen inersia penampang pada system komposit dilakukan dengan cara mengasumsikan penampang menjadi satu jenis material penyusun kompositnya. Karena besar modulus elastisitas dari beton (E_c) lebih besar dari modulus tulangan (E bambu), maka dilakukan perhitungan momen inersia penampang dengan cara mengganti luas beton dengan luas bambu.

Diketahui,

| | |
|-----------|-------------------------|
| A_s | : 50,24 mm ² |
| d | : 80 mm |
| E bambu | : 781,6 Mpa |
| E_c | : 19183,83 |

Penyelesaian:

$$\Delta = \frac{P \cdot l^3}{48EI}$$

$$k = \frac{P}{\Delta}$$

$$k = \frac{48EI}{l^3}$$

$$k = \frac{48 \times 19183,83 \times 16626666,6}{200^3}$$

$$k = 191377,88 \text{ N/mm} = 19137,79 \text{ kg/mm}$$

Dari hasil perhitungan didapat nilai perbandingan selisih antara kapasitas lentur eksperimen dengan kapasitas lentur analisis sebesar 64,7%, dan nilai perbandingan selisih antara beban maksimum eksperimen dengan beban maksimum analisis sebesar 29,33%. Dari perbandingan tersebut dapat dilihat perbedaan yang sangat jauh antara hasil perhitungan teoritis dengan hasil dari eksperimen, hal ini disebabkan karena pada pengujian eksperimen dapat terjadi kesalahan dalam penyusunan pembuatan benda uji, sehingga nilai yang dihasilkan pada pengujian eksperimen dapat lebih kecil dari hasil analisis.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan mengenai kuat lentur pelat beton bertulang bambu ampel, maka dapat diambil beberapa kesimpulan. Besarnya nilai kapasitas Lentur (M_n) pelat beton bertulang Bambu ampel yaitu sebesar 3,74 KN/m dengan Nilai P maksimum yaitu 9,35 KN. Besar nilai Lendutan yang terjadi pada pelat beton bertulang bambu ampel yaitu sebesar 0,913 mm. Besar nilai kekakuan pelat beton bertulang bambu ampel yaitu sebesar 19137,79 kg/mm. Perbandingan selisih kapasitas lentur eksperimen dengan analisis sebesar 64,7 %. Perbandingan selisih beban maksimum eksperimen dengan analisis sebesar 29,33 %. Dari penelitian ini disarankan untuk peneliti selanjutnya dengan bambu yang dilakukan perawatan khusus terlebih dahulu untuk mengurangi pengerutan yang terjadi dengan menggunakan pelapisan bambu dengan pelapisan cat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. B. B. I, "Modul kuliah struktur beton bertulang i," 2009.
- [2] I. Puluhulawa, J. T. Sipil, N. Bengkalis, J. B. Alam, and S. Alam, "Kapasitas Lentur Perkuatan Pelat

- Beton Bertulang Menggunakan Kabel Baja Dan Mortar,” vol. 5, no. 1, pp. 69–68, 2015.
- [3] S. Id, “Skripsi Lutfi.” 2022.
- [4] H. Penelitian and D. A. N. Pembahasan, “I 1 2 3”.
- [5] A. S. Budi and K. A. Sambowo, “Kajian Kapasitas Lentur Plat Beton Bertulangan Bambu Wulung Polos (Alternatif Pengganti Tulangan Baja Pada Plat Lantai),” *e-Jurnal MATRIKS Tek. SIPIL*, vol. 2, no. 2, pp. 190–196, 2014.
- [6] J. Karya and T. Sipil, “PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KULIAH DI YOGYAKARTA,” Halaman, 2014.
- [7] A. S. Gumilar and E. Walujojdati, “Analisis Lentur Balok Beton Dengan Bundel Tulangan,” *J. Konstr.*, vol. 19, no. 1, pp. 303–312, 2022, doi: 10.33364/konstruksi/v.19-1.987.
- [8] D. G. Jati, “Pemodelan Elemen Hingga Non Linier Pelat Satu Arah Beton Bertulang Berongga Bola,” *J. Tek. Sipil*, vol. 12, no. 4, pp. 233–240, 2016, doi: 10.24002/jts.v12i4.631.
- [9] D. N. Lailasari, S. M. Dewi, and D. Nuralinah, “Analisis Dan Eksperimen Pelat Beton Bertulang Bambu Lapis Styrofoam,” *Rekayasa Sipil*, vol. 9, no. 3, pp. 211–218, 2016.
- [10] S. A. P. Rosyidi, N. Wukirasih, and S. Siegfried, “Menentukan Modulus Elastisitas Stabilisasi Subgrade Berbasis Defleksi,” *J. Rekayasa Sipil*, vol. 18, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.25077/jrs.18.1.1-16.2022.
- [11] D. Indrawati, I. Yasin, A. Priyanto, L. Belakang, R. Masalah, and T. Penelitain, “Analisis Eksperimental Kekuatan Pelat Beton Menggunakan Material Komposit Zinc,” pp. 11–20.
- [12] 2847:2013 SNI, “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung,” *Bandung Badan Stand. Indones.*, pp. 1–265, 2013.
- [13] G. Berprestasi, “BAB 2. Tinjauan pustaka dan landasan teori - Fuzzy AHP.,” no. 1982, pp. 43–60, 2011.