

PENGARUH KERAPATAN WIREMESH TERHADAP KAPASITAS LENTUR PELAT BETON RINGAN KOMPOSIT

Jonathan Aaron¹ dan Widodo Kushartomo²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
jonathan.325190101@stu.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jl. Letjen S. Parman No. 1 Jakarta
widodo@untar.ac.id

Masuk: 13-01-2023, revisi: 06-02-2023, diterima untuk diterbitkan: 28-02-2023

ABSTRACT

Lightweight concrete is a concrete technology innovation that is currently being developed.. The advantage of lightweight concrete is that it uses less time and costs less compared to conventional concrete but has a weakness, that is lower strength. In this study, tests were carried out on the flexural capacity of composite lightweight concrete slabs to determine if lightweight concrete could be used as a structure or vice versa. The test is carried out by distributing the load evenly and gradually until the plate collapses. From the test results, a lightweight concrete slab without wiremesh reinforcement collapsed at a load of 560 kg, a lightweight concrete slab with 10x10 cm wiremesh reinforcement collapsed at a load of 800 kg, and a lightweight concrete slab with 15x15 cm wiremesh reinforcement collapsed at a load of 680 kg. From these results, we obtained the flexural strength of lightweight concrete slabs without wiremesh reinforcement of 1.86 MPa, lightweight concrete slabs with 10x10 cm wiremesh reinforcement of 2.567 MPa, and lightweight concrete slabs with 15x15 cm wiremesh reinforcement of 2.214 MPa. These three lightweight concrete slabs can be used as structures, but with a design load that is not too high.

Keywords: Concrete, Lightweight, Wiremesh, Flexural, Slab

ABSTRAK

Beton ringan merupakan inovasi teknologi beton yang sedang berkembang saat ini. Kelebihan beton ringan yaitu menggunakan waktu dan biaya yang lebih sedikit dibandingkan dengan beton pada umumnya tetapi mempunyai kelemahan yaitu kekuatan yang lebih rendah. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan terhadap kapasitas lentur pelat beton ringan komposit untuk mengetahui jika beton ringan dapat digunakan sebagai struktur atau sebaliknya. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan beban merata secara bertahap sampai pelat mengalami keruntuhan. Dari hasil pengujian, pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh* runtuh pada beban 560 kg, pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* 10x10 cm runtuh pada beban 800 kg, dan pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* 15x15 cm runtuh pada beban 680 kg. Dari hasil tersebut, didapat kuat lentur pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh* sebesar 1,86 MPa, pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* 10x10 cm sebesar 2,567 MPa, dan pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* 15x15 cm sebesar 2,214 MPa. Ketiga pelat beton ringan tersebut dapat dipakai sebagai struktur, tetapi dengan perencanaan beban yang tidak terlalu tinggi.

Kata kunci: Beton, Ringan, *Wiremesh*, Lentur, Pelat

1. PENDAHULUAN

Saat ini inovasi pelat beton yang banyak muncul adalah menggunakan konsep ringan dan ramah lingkungan dengan tetap mengutamakan kekuatan struktur. Pengertian beton itu sendiri adalah campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang ditambahkan bahan pembentuk atau tidak ditambahkan bahan pembentuk massa padat. Kuat tekan beton polos pasti lebih tinggi daripada kuat tarik beton tersebut dengan kuat tarik hanya kurang lebih 15% dari kuat tekan betonnya. Kuat tekan beton adalah kekuatan beton sampai hancur saat dibebani oleh beban tertentu. Kuat tarik lentur beton adalah kekuatan beton dalam menahan gaya tegak lurus sumbu benda uji sampai benda uji beton mengalami patah (Pane et al., 2015).

Konsep beton ringan adalah pembuatan beton dengan menggunakan bahan campuran beton dengan berat jenis yang rendah. Beton ringan adalah beton yang memiliki agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m³ dan harus memenuhi ketentuan kuat tekanan dan kuat tarik belah beton ringan untuk tujuan struktural (SNI 03-

3449-2002). Pada saat ini, banyak bahan dengan berat jenis ringan yang dapat menjadi campuran beton salah satunya yaitu *styrofoam*. *Styrofoam* atau expanded polystyrene adalah gabus putih yang terbentuk dari gabungan polisterin. Polystyrene adalah hasil dari styrene ($C_6H_5H_9CH_2$) dengan gugus phenyl yang tersusun tidak teratur sepanjang garis karbon (Suryanita et al., 2014).

Pada konstruksi bangunan-bangunan saat ini, komposit sendiri direalisasikan dengan menggabungkan beton dan baja di dalam satu balok kolom. Hal tersebut dilakukan untuk melengkapi kekurangan dari bahan lainnya. Seperti yang kita ketahui, beton sangat lemah terhadap gaya tarik tetapi sangat kuat terhadap gaya tekan. Untuk melengkapi kekurangan tersebut digunakan baja yang sangat kuat menahan gaya tarik sehingga satu balok komposit suatu konstruksi bangunan dapat kuat menahan gaya tekan serta gaya tarik (Ansori et al., 2019).

Wiremesh akan digunakan menggantikan fungsi tulangan baja pada beton ringan komposit. *Wiremesh* adalah rangkaian kawat berkualitas tinggi terbuat dari besi yang dibentuk seperti jaring dengan lubang persegi. Keunggulan menggunakan *wiremesh* ini adalah proses konstruksi menjadi lebih cepat dan harga lebih terjangkau (Vricilia et al., 2020).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Reni, Iskandar, dan Zunwanis (2014), dilakukan pengujian beton ringan dengan *styrofoam* dengan komposisi *styrofoam* sebesar 0%, 4%, 8%, 12% terhadap volume benda uji. *Styrofoam* yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah butiran limbah *styrofoam* berukuran 1 cm. Benda uji dibentuk menjadi balok dengan dimensi ukuran lebar 15 cm, tebal 15 cm, dan panjang 60 cm. Metode penelitian dilakukan dengan cara benda uji diletakkan pada dua perletakan. Benda uji akan diuji dengan menahan gaya arah tegak lurus sumbu benda uji sehingga mengalami patah atau kehancuran. Benda uji beton dengan tambahan *styrofoam* ini memiliki berat satuan lebih rendah daripada beton tanpa kandungan *styrofoam*. Dari penelitian tersebut didapat berat satuan beton tanpa *styrofoam* sebesar $2320,63 \text{ Kg/m}^3$ sedangkan dengan tambahan 12% kandungan *styrofoam* sebesar $2219,33 \text{ Kg/m}^3$. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan *styrofoam* dalam 1 campuran beton mengurangi berat satuan beton sehingga juga mengurangi kuat beton tersebut. Untuk pengujian kuat lentur balok beton dari penelitian tersebut didapat sebesar 4,1198 MPa untuk beton tanpa kandungan *styrofoam*, 3,7486 MPa untuk beton dengan kandungan *styrofoam* sebesar 4%, 3,4638 MPa untuk beton dengan kandungan *styrofoam* sebesar 8%, dan 3,1785 MPa untuk beton dengan kandungan *styrofoam* sebesar 12%. Dari hasil penelitian tersebut dapat dilihat bahwa beton tanpa kandungan *styrofoam* mempunyai kuat lentur tertinggi yaitu sebesar 4,1198 MPa sedangkan beton dengan kandungan *styrofoam* 12% mempunyai kuat lentur terendah yaitu sebesar 3,1785 MPa. Hal ini menunjukkan kandungan *styrofoam* dalam satu campuran beton mengurangi kuat lentur beton tersebut.

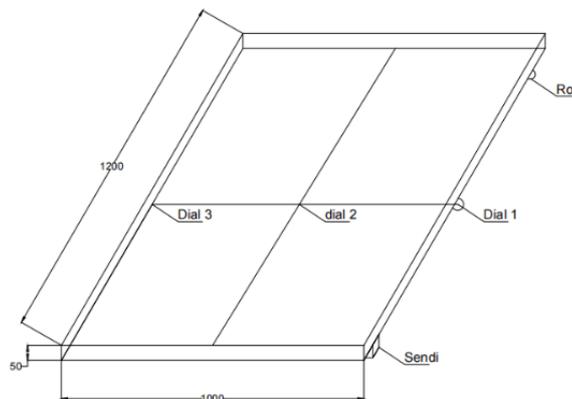
Pada penelitian ini akan menggunakan RPC atau *reactive powder concrete*. Seperti yang diketahui, beton kuat terhadap tekan tetapi lemah terhadap tarik sehingga pada aplikasinya digunakan baja tulangan untuk meningkatkan kuat tarik beton tersebut. RPC adalah beton dengan kekuatan yang tinggi dan mempunyai porositas yang rendah. RPC terbentuk dari material seperti semen, air, pasir, tepung kuarsa, silika fume, dan superplasticizer. RPC memanfaatkan material material yang ukurannya sangat halus sehingga mendapatkan tingkat kepadatan yang tinggi (Sutandi & Kushartomo, 2019). Penggunaan silika fume dalam campuran beton berguna untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi (Rivai et al., 2022). Pemanfaatan superplasticizer dapat meningkatkan kinerja beton dengan pengurangan penggunaan air tetapi nilai workabilitas yang tetap terjaga dan pengerasan dengan waktu yang lebih cepat sehingga sangat berpengaruh untuk konstruksi yang membutuhkan kuat tekan yang tinggi pada umur awal (Slat et al., 2021).

Penelitian ini akan menganalisa pengaruh kerapatan *wiremesh* tersebut terhadap kapasitas lentur pelat beton ringan komposit. Pelat yang digunakan berukuran $1200 \times 1000 \times 50 \text{ mm}$ dan *wiremesh* dengan diameter 4 mm.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan cara menguji kuat lentur pelat beton ringan komposit dari tiga jenis pelat. Jenis pelat yang pertama adalah pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh*, yang kedua adalah pelat beton ringan komposit dengan perkuatan *wiremesh* spasi $10 \times 10 \text{ cm}$, dan ketiga adalah pelat beton ringan komposit dengan perkuatan *wiremesh* spasi $15 \times 15 \text{ cm}$. Digunakan *wiremesh* $15 \times 15 \text{ cm}$ karena *wiremesh* pada umumnya dibentuk dengan ukuran spasi $15 \times 15 \text{ cm}$ sedangkan spasi $10 \times 10 \text{ cm}$ untuk mengetahui pengaruh spasi *wiremesh* terhadap kapasitas lentur pelat beton ringan yang akan dibandingkan dengan *wiremesh* dengan spasi $15 \times 15 \text{ cm}$. Pengujian terhadap pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh* bertujuan untuk mengetahui kapasitas pelat beton ringan itu sendiri dan untuk mengetahui perbedaan antara pelat beton ringan tanpa menggunakan *wiremesh* dengan menggunakan *wiremesh*. Ketiga pelat dibuat dengan campuran beton yang sama dengan kandungan *styrofoam* 50%. Digunakan kandungan *styrofoam* 50% bertujuan untuk mencapai mutu beton ringan yang diharapkan sebesar 15-25 MPa dengan beton yang dihasilkan mempunyai berat yang ringan dan biaya pembuatan yang tidak terlalu tinggi. Pelat beton yang sudah berumur 28 hari,

sudah siap uji dengan cara meletakkan pelat tersebut di atas dua perletakan yang dalam penelitian ini adalah sendi dan rol. Setelah itu, *dial gauge* dipasang pada sisi pelat beton seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Sketsa metode pengujian

Setelah *dial gauge* terpasang dan dipastikan *dial gauge* pada angka 0, pelat beton ringan akan diuji dengan cara memberi beban vertikal pada terhadap sumbu panjang pelat. Dalam penelitian ini, beban yang dipakai adalah beban merata berupa pasir. Pembebanan dilakukan secara bertahap. Beban dimulai dari 40 kg dan setiap waktu 10 menit beban ditambah 40 kg. Pembebanan terus ditambahkan sampai akhirnya pelat mengalami keruntuhan. Setiap penambahan beban dilakukan, *dial gauge* harus dibaca dan direkam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Dengan Kandungan Styrofoam 50%

Pengujian kuat tekan beton ringan silinder bertujuan untuk mendapatkan kuat tekan beton dan mutu dari beton tersebut. Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan mesin tekan (SNI 03-1974-1990). Dilakukan pengujian kuat tekan silinder beton ringan dengan uji sampel sebanyak 3 buah. 3 uji sampel tersebut dibuat di hari yang sama dengan campuran beton/mix design yang sama. Perawatan silinder beton ringan juga dilakukan dengan cara yang sama yaitu dengan cara merendam untuk menjaga kelembaban dan suhu beton. Untuk hasil pengujian kuat tekan silinder beton ringan dengan kandungan Styrofoam 50% dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian kuat tekan beton ringan silinder dengan kandungan styrofoam 50%

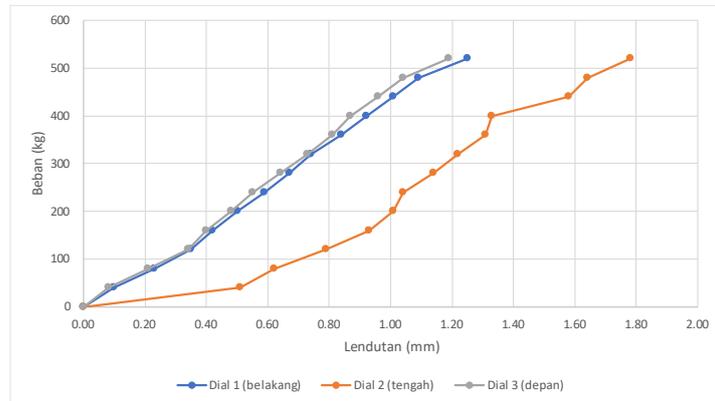
Benda Uji	Kuat Lentur (MPa)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Tekan (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
50% (1)	2,08	78,5398	102,6	13,0634
50% (2)	2,36	78,5398	159,1	20,252
50% (3)	2,16	78,5398	115,9	14,7568
Rata-rata				16,0258

Pada Tabel 1 dapat dilihat untuk pengujian kuat tekan silinder beton ringan dengan kandungan styrofoam 50% (1) pertama dapat menahan beban tekan sampai 102,6 kN. Untuk silinder beton ringan dengan kandungan Styrofoam 50% (2) kedua dapat menahan beban tekan sampai 159,1 kN, sedangkan untuk silinder beton ringan dengan kandungan Styrofoam 50% (3) ketiga dapat menahan beban tekan sampai 115,9 kN. Perbedaan kuat tekan antara beton ringan silinder tersebut dikarenakan banyak faktor, salah satunya adalah pengecoran yang kurang sempurna. Pada pengujian tersebut, dari ketiga uji sampel yang diuji didapatkan kuat tekan rata-rata untuk beton ringan silinder dengan kandungan styrofoam 50% yaitu sebesar 16,0258 MPa. Hasil rata-rata kuat tekan beton ringan silinder ini sesuai yang diharapkan untuk mutu beton yang sudah direncanakan yaitu 15-25 MPa.

Hasil Pengujian Kuat Lentur Pelat Beton

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap kuat lentur pelat beton ringan tanpa *wiremesh* dan pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh*. Semua *wiremesh* yang digunakan mempunyai f_y sebesar 500 MPa. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut.

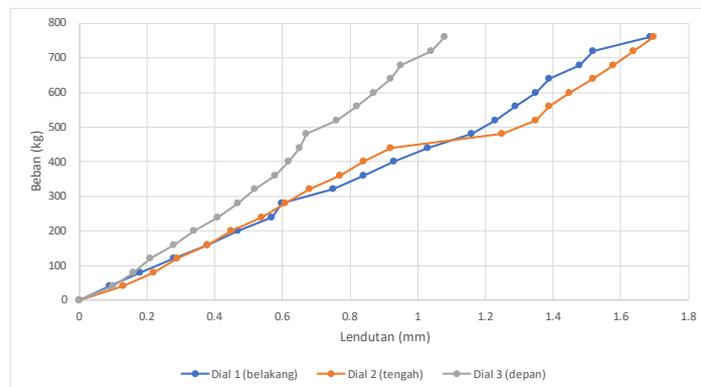
a) Pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh*



Gambar 2. Grafik hubungan antara beban dan lendutan pelat beton ringan tanpa *wiremesh*

Pada sampel uji pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh*, didapat nilai lendutan terbesar yaitu sebesar 1,78 mm dan beban yang dapat ditanggung sebelum runtuh adalah 520 kg. Dari grafik tersebut juga dapat dilihat jika *dial* 1 (belakang) dan *dial* 3 (depan) memiliki nilai lendutan yang hampir sama. Sedikit perbedaan pada nilai *dial* 1 (belakang) dan *dial* 3 (depan) diakibatkan bentuk pelat beton ringan yang kurang sempurna. Untuk nilai *dial* 2 (tengah), dapat dilihat memiliki nilai lendutan yang lebih besar daripada nilai *dial* 1 (belakang) dan *dial* 3 (depan). Hal ini dikarenakan posisi pembebanan merata yang dilakukan pada penelitian ini tidak merata sampai bagian tepi-tepi pelat sehingga beban lendutan terbesar berada di bagian tengah pelat.

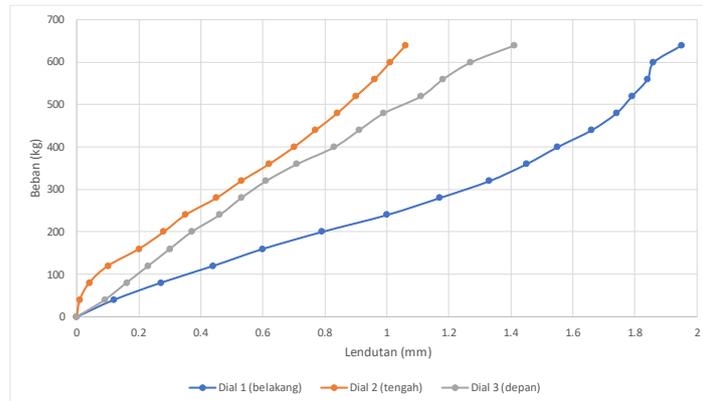
b) Pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* 10×10 cm



Gambar 3. Grafik hubungan antara beban dan lendutan pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* 10×10 cm

Pada sampel uji pelat beton ringan komposit dengan perkuatan *wiremesh* 10×10 cm, didapat nilai lendutan tertinggi sebesar 1,70 mm dan beban yang dapat ditanggung sebelum runtuh adalah 760 kg. Dari grafik tersebut juga dapat dilihat bahwa *dial* 1 (belakang) dan *dial* 2 (tengah) memiliki nilai yang hampir sama tetapi lendutan maksimal tetap berada pada *dial* 2 (tengah). Untuk nilai lendutan pada *dial* 3 (depan) memiliki nilai perbedaan yang cukup jauh dengan *dial* 1 (belakang). Hal ini dikarenakan sampel uji pelat beton ringan yang digunakan mempunyai bentuk yang kurang sempurna. Pelat beton ringan pada bagian *dial* 3 (depan) memiliki ketebalan yang lebih besar daripada pelat beton ringan di bagian *dial* 1 (belakang) ataupun di bagian *dial* 2 (tengah), sehingga hal ini menyebabkan bagian tersebut memiliki kekuatan yang lebih besar daripada bagian lainnya. Selain itu, perbedaan lendutan ini juga dapat diakibatkan oleh posisi pemasangan *wiremesh* yang kurang sempurna.

c) Pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* 15×15 cm

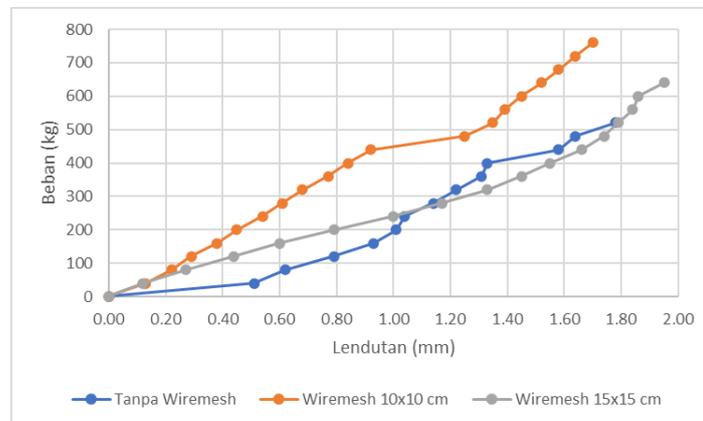


Gambar 4. Grafik hubungan antara beban dan lendutan pelat beton ringan komposit dengan perkuatan *wiremesh* spasi 15×15 cm

Pada sampel uji pelat beton ringan komposit dengan perkuatan *wiremesh* spasi 15×15 cm, didapatkan lendutan tertinggi bernilai 1,95 mm dan beban yang dapat ditanggung sebelum runtuh adalah 640 kg. Dapat dilihat dari data grafik pada *dial* 2 (tengah) memiliki nilai lendutan yang paling rendah dibandingkan dengan *dial* 1 (belakang) dan *dial* 3 (depan). Hal ini diakibatkan oleh ketebalan pada posisi *dial* 2 (tengah) lebih tebal daripada posisi *dial* 1 (belakang) atau *dial* 3 (depan). Sedangkan untuk *dial* 1 (belakang) dan *dial* 3 (depan) memiliki nilai yang berbeda dikarenakan bentuk pelat yang kurang sempurna. Perbedaan lendutan juga dapat diakibatkan karena posisi pemasangan *wiremesh* kurang sempurna.

Perbandingan Beban dan Lendutan Pelat Beton Ringan

Perbandingan beban dan lendutan pelat beton ringan dapat dilihat dari Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan beban dan lendutan pelat beton ringan

Dari Gambar 5 tersebut dapat dilihat jika setiap jenis *wiremesh* yang digunakan dalam pengujian mempunyai lendutan maksimal yang tidak berbeda jauh. Pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh* mempunyai lendutan maksimal sebelum runtuh sebesar 1,78 mm, dengan perkuatan *wiremesh* 10×10 cm sebesar 1,70 mm, dan dengan perkuatan *wiremesh* 15×15 cm sebesar 1,95 mm. Hal tersebut menunjukkan jika pelat beton ringan dengan campuran semen dan ukuran seperti yang dilakukan pada pengujian akan runtuh pada sekitar nilai lendutan 1,70 mm sampai 2,00 mm. Untuk beban maksimal yang dapat dipikul pelat beton ringan tanpa *wiremesh* sendiri sebelum runtuh adalah sebesar 520 kg. Penambahan *wiremesh* dengan spasi 15×15 cm dan ukuran diameter sebesar 4 mm meningkatkan beban maksimal yang dapat dipikul sebesar 120 kg yaitu 640 kg. Sedangkan penambahan *wiremesh* dengan spasi 10×10 cm dan diameter 4 mm meningkatkan beban maksimal yang dapat dipikul sebesar 240 kg dari pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh* yaitu sebesar 760 kg.

Perhitungan dan Perbandingan Lendutan Teoritis dan Pengujian Laboratorium

Berikut perhitungan dan perbandingan hasil teoritis dan hasil pengujian pada laboratorium.

a) Pelat Beton Ringan Dengan Perkuatan *Wiremesh* Spasi 10×10 cm

$$I_{cr} = \frac{1}{3} \times b \times c^3 + n \times A_s \times (d - c)^2$$

$$= 2624033,504 \text{ mm}^4$$

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I_g}{y_t}$$

$$= 879041,204 \text{ Nmm}$$

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 \times I_g + \left(1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right) \times I_{cr}$$

$$= 7807990,75 \text{ mm}^4$$

$$\delta = \frac{5}{384} \times \frac{q \times L^4}{E_c \times I_e}$$

$$= 0,6899 \text{ mm}$$

Perbedaan yang tinggi dikarenakan banyak faktor, salah satunya adalah perhitungan teoritis tersebut tidak memperhitungkan kandungan dan sifat *styrofoam*. Jika dilihat dari hasil lendutan pada pengujian maka inersia efektif (I_e) pelat tersebut memiliki nilai yang berbeda. Berikut perhitungan nilai I_e berdasarkan hasil pengujian pada beban 760 kg.

$$\delta = \frac{5}{384} \times \frac{q \times L^4}{E_c \times I_e}$$

$$1,70 = \frac{5}{384} \times \frac{8,0645 \times 1000^4}{19449,7475 \times I_e}$$

$$I_e = 3168710 \text{ mm}^4$$

$$\Delta I_e = 7807990,75 - 3168710 \text{ mm}^4$$

$$\Delta I_e = 4639280,75 \text{ mm}^4$$

Dapat dilihat dari perhitungan tersebut jika nilai I_e pelat mengalami penurunan kurang lebih sebesar 4639280,75 mm^4 karena pelat mempunyai kandungan *styrofoam* sehingga sifat pelat berbeda dengan sifat pelat tanpa kandungan *styrofoam*.

b) Pelat Beton Ringan Dengan Perkuatan *Wiremesh* Spasi 15×15 cm

$$I_{cr} = \frac{1}{3} \times b \times c^3 + n \times A_s \times (d - c)^2$$

$$= 1933148,14 \text{ mm}^4$$

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I_g}{y_t}$$

$$= 879041,204 \text{ Nmm}$$

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 \times I_g + \left(1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right) \times I_{cr}$$

$$= 11035135,4 \text{ mm}^4$$

$$\delta = \frac{5}{384} \times \frac{q \times L^4}{E_c \times I_e}$$

$$= 0,4167 \text{ mm}$$

Perbedaan yang tinggi dikarenakan banyak faktor, salah satunya adalah perhitungan teoritis tersebut tidak memperhitungkan kandungan dan sifat *styrofoam*. Jika dilihat dari hasil lendutan pada pengujian maka inersia efektif (I_e) pelat tersebut memiliki nilai yang berbeda. Berikut perhitungan nilai I_e berdasarkan hasil pengujian pada beban 640 kg.

$$\delta = \frac{5}{384} \times \frac{q \times L^4}{E_c \times I_e}$$

$$1,95 = \frac{5}{384} \times \frac{6,8693 \times 1000^4}{19449,7475 \times I_e}$$

$$I_e = 2358320 \text{ mm}^4$$

$$\Delta I_e = 11035135,4 - 2358320 \text{ mm}^4$$

$$\Delta I_e = 8676815,4 \text{ mm}^4$$

Dapat dilihat dari perhitungan tersebut jika nilai I_e pelat mengalami penurunan kurang lebih sebesar 8676815,4 mm⁴ karena pelat mempunyai kandungan *styrofoam* sehingga sifat pelat berbeda dengan sifat pelat tanpa kandungan *styrofoam*.

Perhitungan dan Perbandingan Kuat Lentur Pelat Beton Ringan

Hasil perhitungan kuat lentur pelat beton ringan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan kuat lentur pelat beton ringan komposit

Benda Uji	Kuat Lentur (MPa)
Tanpa <i>Wiremesh</i>	1,825
<i>Wiremesh</i> 10×10 cm	2,532
<i>Wiremesh</i> 15×15 cm	2,179

Untuk pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh* didapat 1,825 MPa. Penambahan *wiremesh* dengan spasi 15×15 cm menambahkan kuat lentur pelat beton ringan menjadi 2,179 MPa. Penambahan tersebut meningkatkan kuat lentur pelat beton ringan kurang lebih sebesar 0,354 MPa. Untuk penambahan *wiremesh* dengan spasi 10×10 cm, meningkatkan kuat lentur pelat beton ringan menjadi 2,532 MPa. Penambahan tersebut meningkatkan kuat lentur pelat beton ringan kurang lebih sebesar 0,707 MPa.

Perhitungan Beban Maksimum dan Lendutan Izin Maksimum

Untuk perhitungan beban maksimum dan lendutan izin maksimum suatu pelat beton ringan mengikuti SNI 2847:2019 dan beban hidup rencana mengikuti SNI 1727:2020. Beban yang direncanakan tidak boleh kurang dari $U = 1,15(D) + 1,5(L)$. Untuk perhitungan pertama direncanakan menggunakan rumah tinggal (semua ruang kecuali tangga) yaitu sebesar 1,92 kN/m² dan jika tidak memenuhi akan beban rencana akan dikurangi.

a) Pelat Beton Ringan Tanpa Perkuatan *Wiremesh*

$$U = 1,15 (72,285) + 1,5(195,79)$$

$$U = 376,82 \text{ kg}$$

Dari perhitungan di atas didapat beban maksimum yang harus ditanggung pelat sebesar 376,82 kg. Dilihat jika pada beban 400 kg didapat lendutan maksimal sebesar 1,33 mm. Selama proses uji beban terhadap pelat sampai beban 400 kg belum terlihat adanya retakan pada pelat menunjukkan jika pelat dapat menahan beban yang direncanakan.

$$\Delta(ijin) = \frac{L_t^2}{20000h}$$

$$\Delta(ijin) = \frac{1000^2}{20000(50)}$$

$$\Delta(ijin) = 1 \text{ mm}$$

Menurut perhitungan di atas lendutan maksimum yang diizinkan hanya sebesar 1 mm sedangkan lendutan pada saat pembebanan 400 kg sebesar 1,33 mm, maka dari itu pelat tanpa perkuatan *wiremesh* tidak memenuhi syarat kekuatan untuk perencanaan struktur rumah tinggal (semua ruang kecuali tangga). Menurut lendutan izin maksimum, pelat jenis ini hanya dapat direncanakan sebagai struktur rumah tinggal (loteng yang tidak dapat dihuni tanpa gudang) dengan beban hidup sebesar 0,48 kN/m² atau sebesar 48,95 kg/m².

$$U = 1,15 (72,285) + 1,5(48,95)$$

$$U = 156,55 \text{ kg}$$

Dengan perencanaan rumah tinggal (loteng yang tidak dapat dihuni tanpa Gudang) didapat uji beban maksimum sebesar 156,55 kg dan pada beban 160 kg lendutan maksimum yang terjadi sebesar 0,93 mm < lendutan izin maksimum = 1 mm. Menurut perhitungan lendutan izin maksimum pelat jenis ini memenuhi syarat kekuatan untuk perencanaan rumah tinggal (loteng yang tidak dapat dihuni tanpa gudang).

b) Pelat Beton Ringan dengan Perkuatan *Wiremesh* 10×10 cm

$$U = 1,15 (72,285) + 1,5(195,79)$$

$$U = 376,82 \text{ kg}$$

Dari perhitungan di atas didapat beban maksimum yang harus ditanggung pelat sebesar 376,82 kg. Dilihat jika pada beban 400 kg didapat lendutan maksimal sebesar 0,93 mm. Selama proses uji beban terhadap pelat sampai beban 400 kg belum terlihat adanya retakan pada pelat menunjukkan jika pelat dapat menahan beban yang direncanakan.

$$\Delta(ijin) = \frac{L_t^2}{20000h}$$
$$\Delta(ijin) = \frac{1000^2}{20000(50)}$$
$$\Delta(ijin) = 1 \text{ mm}$$

Menurut perhitungan di atas lendutan maksimum yang diizinkan sebesar 1 mm sedangkan lendutan pada saat pembebanan 400 kg sebesar 0,93 mm, maka dari itu pelat dengan perkuatan *wiremesh* spasi 10×10 cm memenuhi syarat perkuatan dengan perencanaan struktur rumah tinggal (semua ruang kecuali tangga).

c) Pelat Beton Ringan dengan Perkuatan *Wiremesh* 15×15 cm

$$U = 1,15 (72,285) + 1,5(195,79)$$

$$U = 376,82 \text{ kg}$$

Dari perhitungan di atas didapat beban maksimum yang harus ditanggung pelat sebesar 376,82 kg. Dilihat jika pada beban 400 kg didapat lendutan maksimal sebesar 1,55 mm. Selama proses uji beban terhadap pelat sampai beban 400 kg belum terlihat adanya retakan pada pelat menunjukkan jika pelat dapat menahan beban yang direncanakan.

$$\Delta(ijin) = \frac{L_t^2}{20000h}$$
$$\Delta(ijin) = \frac{1000^2}{20000(50)}$$
$$\Delta(ijin) = 1 \text{ mm}$$

Menurut perhitungan di atas lendutan maksimum yang diizinkan hanya sebesar 1 mm sedangkan lendutan pada saat pembebanan 400 kg sebesar 1,55 mm, maka dari itu pelat dengan perkuatan *wiremesh* spasi 15×15 cm tidak memenuhi syarat perkuatan dengan perencanaan struktur rumah tinggal (semua ruang kecuali tangga). Menurut lendutan izin maksimum, pelat jenis ini hanya dapat direncanakan sebagai struktur rumah tinggal (loteng yang tidak dapat dihuni dengan gudang) dengan beban hidup sebesar 0,96 kN/m² atau sebesar 97,89 kg/m².

$$U = 1,15 (72,285) + 1,5(97,89)$$

$$U = 229,96 \text{ kg}$$

Dengan perencanaan rumah tinggal (loteng yang tidak dapat dihuni dengan gudang) didapat uji beban maksimum sebesar 229,96 kg dan pada beban 240 kg lendutan maksimum yang terjadi sebesar 0,98 mm < lendutan izin maksimum = 1 mm. Menurut perhitungan lendutan izin maksimum pelat jenis ini memenuhi syarat kekuatan untuk perencanaan rumah tinggal (loteng yang tidak dapat dihuni dengan gudang).

Analisa Pola Retak dan Keruntuhan

Untuk pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh*, retakan pertama dapat terlihat pada pinggir pelat berupa retak kecil dengan arah vertikal terhadap sumbu panjang pelat. Dengan seiringnya penambahan beban, pada bagian bawah pelat dapat terlihat retakan lurus memanjang hingga pelat mengalami keruntuhan. Retak yang terjadi pada pelat ini adalah retak lentur karena retak yang terjadi tegak lurus dengan sumbu panjang pelat. Tanda pola retak pelat tanpa perkuatan *wiremesh* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tanda pola retak pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh*

Untuk pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* 10×10 cm, retakan yang terjadi secara tiba-tiba. Tidak terlihat retakan pada pembebanan sebelum 800 kg. Pada saat terjadi keruntuhan retakan yang dihasilkan adalah retak tipis

pada bagian kiri pelat. Retak yang terjadi pada pelat beton dengan perkuatan *wiremesh* 10×10 cm ini adalah retak lentur geser karena retakan mempunyai arah vertikal dengan sumbu panjang pelat dan retakan mempunyai arah diagonal. Tanda pola retak pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* 10×10 cm dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tanda pola retak pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* 10×10 cm

Untuk pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* 15×15 cm, retakan yang terjadi juga secara tiba-tiba. Tidak terlihat retakan pada pembebanan sebelum 680 kg. Pada saat terjadi keruntuhan retakan yang dihasilkan ada pada bagian kiri pelat. Retak yang terjadi pada pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* 15×15 cm ini adalah retak lentur geser karena retakan mempunyai arah vertikal dengan sumbu panjang pelat dan retakan mempunyai arah diagonal. Pelat beton ringan ini mempunyai retak yang lebih besar dan terlihat daripada retak pada pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* 10×10 cm dikarenakan *wiremesh* 15×15 cm dengan spasi yang lebih besar mempunyai kekuatan yang lebih rendah daripada *wiremesh* 10×10 cm. Tanda pola retak pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* 15×15 cm dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tanda pola retak pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* 15×15 cm

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Dari hasil uji kuat tekan silinder beton, didapat nilai mutu beton yaitu $f'c = 16,0258$ MPa
2. Kuat lentur beton untuk pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh* sebesar 1,825 MPa. Beban yang dapat dipikul sebelum runtuh sebesar 520 kg (5,1 kN) dengan lendutan maksimal sebesar 1,78 mm, untuk pelat beton

ringan dengan perkuatan *wiremesh* spasi 10×10 cm mempunyai kuat lentur sebesar 2,532 MPa. Beban yang dapat dipikul sebelum runtuh adalah sebesar 760 kg (7,453 kN) dengan lendutan maksimal sebesar 1,70 mm, dan untuk pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* spasi 15×15 cm mempunyai kuat lentur sebesar 2,179 MPa. Beban yang dapat dipikul sebelum runtuh adalah sebesar 640 kg (6,276 kN) dengan lendutan maksimal sebesar 1,95 mm.

3. Pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh* runtuh pada beban 560 kg (5,49 kN), dengan perkuatan *wiremesh* 10×10 cm runtuh pada beban 800 kg (7,85 kN), dan dengan perkuatan *wiremesh* 15×15 cm runtuh pada beban 680 kg (6,67 kN).
4. Perbedaan yang tinggi antara perhitungan teoritis dan pengujian dikarenakan rumus perhitungan teori yang digunakan dalam penelitian ini tidak memperhitungkan kandungan dan sifat *styrofoam* pada pelat. Kandungan *styrofoam* pada pelat menurunkan nilai inersia efektif pada pelat tersebut.
5. Berdasarkan perhitungan uji beban dan lendutan izin maksimum, pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh* hanya dapat digunakan dengan rencana beban hidup merata (SNI 1727:2020) yaitu rumah tinggal (loteng yang tidak dapat dihuni tanpa Gudang) dengan beban hidup merata sebesar 0,48 kN/m². Untuk pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* spasi 10×10 cm, dapat digunakan dengan rencana beban hidup merata yaitu rumah tinggal (semua ruang kecuali tangga) dengan beban hidup sebesar 1,92 kN/m². Untuk pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* spasi 15×15 cm, dapat digunakan dengan rencana beban hidup merata yaitu rumah tinggal (loteng yang tidak dapat dihuni dengan Gudang) dengan beban hidup sebesar 0,96 kN/m².
6. Ketiga pelat beton yang digunakan dalam pengujian dapat digunakan pada struktur bangunan, tetapi pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh* hanya dapat digunakan pada perencanaan beban yang rendah seperti rumah tinggal (loteng yang tidak dapat dihuni tanpa gudang), sedangkan penambahan *wiremesh* 15×15 cm dan *wiremesh* 10×10 cm meningkatkan kekuatan pelat beton sehingga dapat digunakan pada perencanaan beban yang lebih tinggi.
7. Keruntuhan pada beton pada kejadian sempurna akan terjadi pada tengah bentang karena pada tumpuan sendi dan rol yang dibebani beban merata pada seluruh bentang, momen terbesar berada pada tengah bentang.
8. Keruntuhan yang terjadi pada pelat beton ringan tanpa perkuatan *wiremesh* adalah keruntuhan lentur sedangkan keruntuhan yang terjadi pada pelat beton ringan dengan perkuatan *wiremesh* adalah keruntuhan lentur geser.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, M. A., Ridwan, A., & Cahyo, Y. (2019). Penelitian Uji Kuat Tekan Beton Dengan Memanfaatkan Air Limbah Tetes Tebu Dan Zat Additive Concrete. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 16-28.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). *SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2002). *SNI 03-3449-2002 Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & Windah, R. S. (2015). Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*.
- Rivai, M., Jonizar, J., & Diastara, R. (2022). Pengaruh Penambahan Abu Sisa Pembakaran Batu Bata Dan Silika Fume Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Mutu Fc 33, 2 MPa. *Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, 7(2), 114-120.
- Slat, V. B., Supit, S., & Kondojo, N. (2021). Pengaruh Superplasticizer Polymer Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 26(2), 115-123.
- Suryanita, R., Sitompul, I. R., & Zunwanis, Z. (2014). Karakteristik Kuat Lentur Beton Ringan Akibat Penambahan *Styrofoam* pada Desain Campuran Beton. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 13(1).
- Sutandi, A., & Kushartomo, W. (2019). Pengaruh Ukuran Butiran Maksimum Terhadap Kuat tekan Reactive Powder Concrete. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran, dan Ilmu Kesehatan*, 161-170.
- Vricilia, M., Ridwan, A., & Candra, A. I. (2020). Kuat Tekan Pelat Beton Menggunakan Pasir Wlingi dan *Wiremesh* Diameter 4 mm. *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, 3(2), 219.