

Studi Eksperimental Lentutan Pelat lantai Menggunakan Bata Hebel dengan Perkuatan Besi Siku

Deni Putra Arystianto, Fauzi Akbar Rahmawan, Kharisma Nur Cahyani*,
Harsalim Aimunandar Jayaputra

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, Malang

*Koresponden email: kharismanurcahyono@polinema.ac.id

Diterima: 23 September 2024

Disetujui: 14 Oktober 2024

Abstract

This research examines the deflection behavior of floor slabs using Hebel blocks as the main material, reinforced with angle iron. The aim of this study is to understand how angle iron reinforcement can enhance the flexural capacity and stiffness of floor slabs made of Hebel blocks. The methodology involved experimental testing of 200 cm x 200 cm floor slabs using Hebel blocks measuring 20 cm x 60 cm x 7.5 cm and 5/5 angle iron reinforcement, with test loads applied through a water tank up to 250 kg/m². Deflection was measured using dial gauges at three different points: at both supports and the mid-span of the slab. The results of the study showed that the use of angle iron significantly improved the slab's stiffness and load-bearing capacity, with a uniform distribution of deflection. The largest deflection occurred at the mid-span, with an average dial 2 reading of 3.284 mm and a maximum deflection of 5.25 mm. Meanwhile, deflection at the supports showed average readings of 2.958 mm on dial 1 and 2.0978 mm on dial 3. This indicates that the deflection at the mid-span experienced the maximum load and deflection. The deflection at the supports, as measured by dials 1 and 3, was relatively symmetrical. The allowable deflection calculated based on SNI 2847-2019 is 11.11 mm or 16.67 mm, indicating that the slab deflection remains within safe limits.

Keywords: *deflection, hebel blocks, angle profile reinforcement*

Abstrak

Penelitian ini mengkaji perilaku lentutan pelat lantai yang menggunakan bata hebel sebagai material utama dengan perkuatan besi siku. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami bagaimana perkuatan besi siku dapat meningkatkan kapasitas lentur dan kekakuan pelat lantai berbahan bata hebel. Metode yang digunakan meliputi pengujian eksperimental terhadap pelat lantai berukuran 200 cm x 200 cm dengan menggunakan bata hebel berukuran 20 cm x 60 cm x 7.5 cm dan perkuatan besi siku 5/5, menggunakan beban uji berupa bak air hingga 250 kg/m². Lentutan yang terjadi diukur menggunakan *dial gauge* pada tiga titik berbeda, yaitu di kedua tumpuan dan tengah bentang pelat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan besi siku secara signifikan meningkatkan kekakuan dan kapasitas beban pelat, dengan distribusi lentutan yang merata. Lentutan terbesar terjadi pada tengah bentang, yaitu pada rata-rata bacaan dial 2 sebesar 3,284, dengan nilai lentutan maksimum sebesar 5,25 mm. Sedangkan, lentutan yang terjadi pada tumpuan yaitu pada bacaan dial 1 rata-rata sebesar 2,958 dan bacaan dial 3 rata-rata sebesar 2,0978. Hal ini menunjukkan bahwa lentutan yang terjadi pada tengah bentang mengalami beban serta defleksi yang maksimum. Lentutan yang terjadi pada tumpuan, yaitu pada dial 1 dan 3 relatif simetris. Lentutan izin yang dihitung berdasarkan SNI 2847-2019 adalah sebesar 11,11 mm atau 16,67 mm. Hal ini menunjukkan bahwa lentutan pelat masih dalam kondisi aman.

Kata Kunci: *lentutan, bata hebel, perkuatan besi siku*

1. Pendahuluan

Penggunaan bata ringan atau hebel dalam konstruksi bangunan modern semakin berkembang, terutama karena sifatnya yang ringan, mudah dipasang, dan memiliki isolasi termal yang baik. Namun, salah satu tantangan dalam penggunaan bata hebel pada pelat lantai adalah bagaimana mengoptimalkan kekuatannya terhadap beban vertikal dan lentutan. Dalam konteks ini, penggunaan perkuatan tambahan seperti besi siku menjadi solusi yang menarik untuk meningkatkan kapasitas pelat lantai dari material bata hebel terhadap beban lentur dan vertikal.

Dalam konstruksi modern, penggunaan material yang ringan namun memiliki kekuatan struktural yang tinggi menjadi kebutuhan yang mendesak, terutama untuk konstruksi bangunan bertingkat. Salah satu inovasi yang terus berkembang adalah penggunaan bata ringan, seperti hebel, yang dikenal karena bobotnya

yang ringan, isolasi termal yang baik, serta kemudahan dalam pemasangan. Namun, kekuatan struktural bata hebel, terutama dalam menahan beban lentur pada elemen struktural seperti pelat lantai, masih menjadi tantangan yang perlu diteliti lebih lanjut.

Pelat lantai adalah elemen struktural penting yang harus mampu menahan beban vertikal serta mengontrol deformasi atau lendutan yang terjadi. Salah satu pendekatan yang menjanjikan untuk meningkatkan kapasitas pelat lantai berbahan bata hebel dalam menahan lendutan adalah dengan memberikan perkuatan tambahan berupa besi siku. Penelitian sebelumnya oleh K. N. Cahyani (2023) menunjukkan bahwa penggunaan sambungan pracetak pada elemen struktural, seperti balok dan kolom, dapat meningkatkan daktilitas dan kekuatan sambungan, sehingga berpotensi mengurangi risiko keruntuhan akibat beban yang tak terduga pada sambungan tersebut.

Selain itu, penelitian oleh Cahyani, dkk (2019) menunjukkan bahwa metode sambungan kering pada sambungan balok-kolom pracetak dapat meningkatkan daktilitas sambungan dan performa struktural secara keseluruhan. Hal ini relevan dalam konteks penggunaan bata hebel pada pelat lantai, di mana kombinasi perkuatan logam seperti besi siku dapat memperbaiki kapasitas pelat dalam menahan deformasi lentur.

Penelitian eksperimental sebelumnya juga telah membahas perilaku struktural elemen dengan berbagai kombinasi material. Yong Tat Lim et al. (2021) mengkaji perilaku lentur balok beton yang diperkuat dengan blok polistirena, dan menemukan bahwa kombinasi material ringan dengan elemen penguat memberikan hasil yang lebih baik dalam menahan beban lentur. Temuan ini mendukung hipotesis bahwa perkuatan besi siku pada pelat lantai bata hebel dapat meningkatkan performa struktural secara signifikan.

H. Okail et al. (2014) dalam studi eksperimental dan analitisnya terhadap respons beban lateral pada dinding pasangan bata juga menemukan bahwa perkuatan elemen struktural mampu meningkatkan ketahanan beban lateral. Meskipun fokus penelitian ini adalah dinding pasangan bata, temuan mengenai perkuatan elemen struktural relevan untuk diaplikasikan pada elemen lantai yang juga harus menahan beban vertikal dan lateral secara bersamaan.

Dengan latar belakang ini, penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi eksperimental mengenai lendutan pelat lantai berbahan bata hebel yang diperkuat dengan besi siku. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam mengenai bagaimana perkuatan besi siku dapat meningkatkan kapasitas lentur pelat lantai, serta implikasinya terhadap desain pelat lantai yang lebih efisien dan kuat dalam konstruksi bangunan bertingkat.

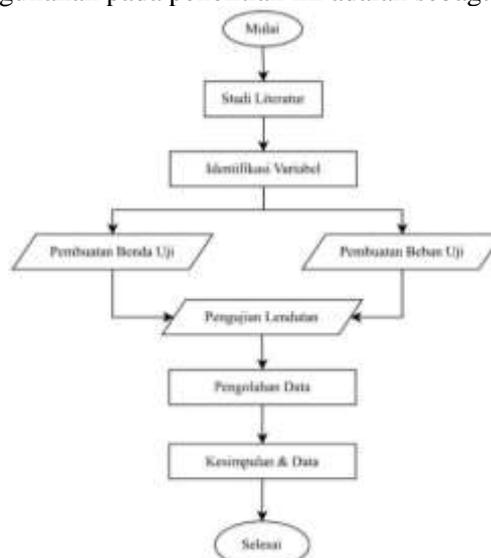
2. Metode Penelitian

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang yang berlokasi di Kota Malang. Dalam penelitian ini diperlukan durasi waktu mulai dari proses persiapan, pembuatan benda uji, pengujian dengan menggunakan *Dial Gauge*, dan pengolahan benda uji.

2.2 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

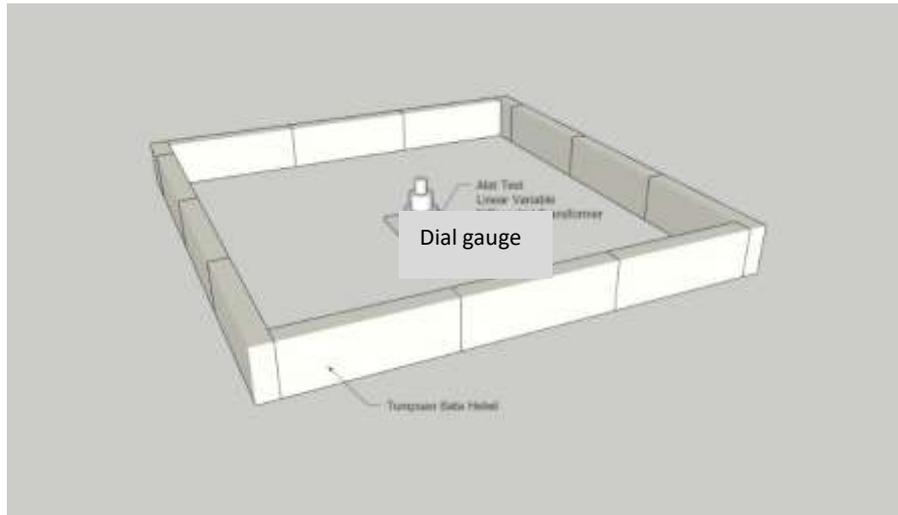


Gambar 1. Diagram alir penelitian

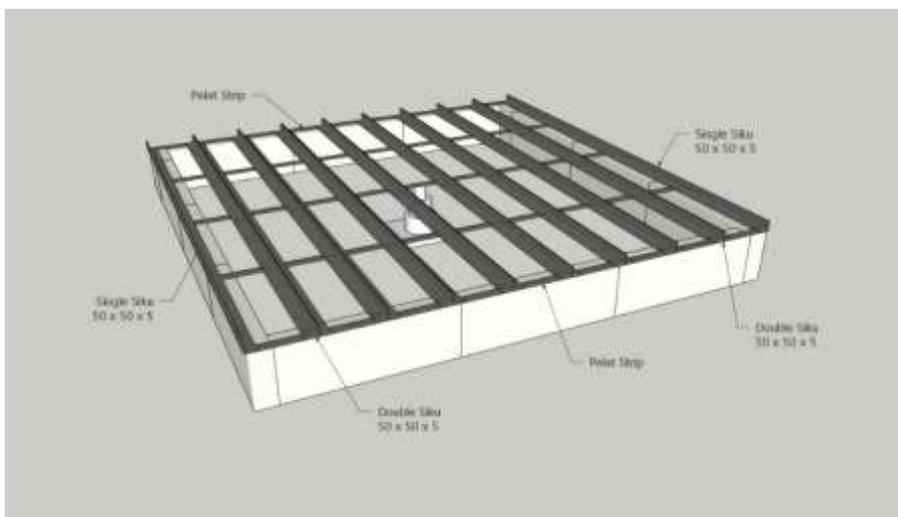
2.3 Tahapan Penelitian

Sebagaimana penelitian ilmiah, penelitian ini dilaksanakan dalam sistematika yang jelas dan teratur, agar dapat memperoleh hasil yang memuaskan dan dapat dipertanggung jawabkan. Oleh karena itu pelaksanaan penelitian dibagi dalam beberapa tahap yaitu:

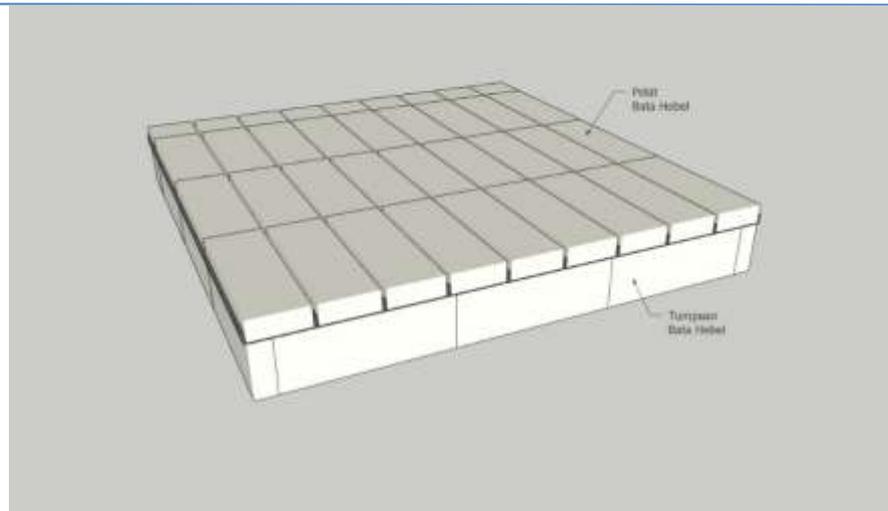
- Tahap persiapan: pada tahap ini dilakukan studi literatur agar mendapatkan referensi terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Proses administrasi dan perizinan dilakukan pula pada tahap ini untuk memulai penelitian.
- Tahap pembuatan benda dan beban uji: tahap ini dilakukan pembuatan benda dan beban uji. Benda uji adalah pelat lantai berukuran 200 x 200 cm yang terdiri dari bata hebel berukuran 20 cm x 60 cm x 7,5 cm dengan perkuatan Besi Siku berukuran 5/5. Untuk tumpuan terbuat dari bata hebel yang sama. Beban uji adalah bak yang diisi air hingga memiliki beban 250 kg/m². Detail benda dan beban uji dapat dilihat pada gambar berikut:



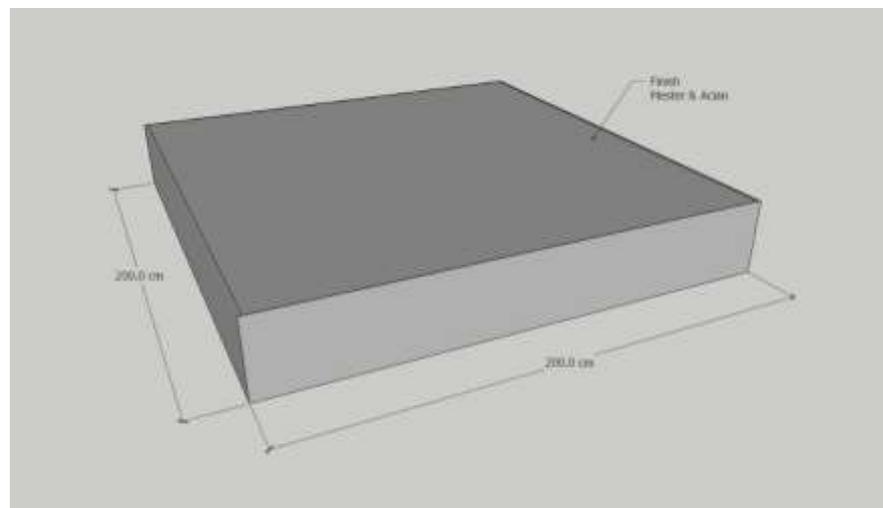
Gambar 2. Tumpuan dan Alat Dial gauge



Gambar 3. Rangka Besi Siku Pelat Lantai

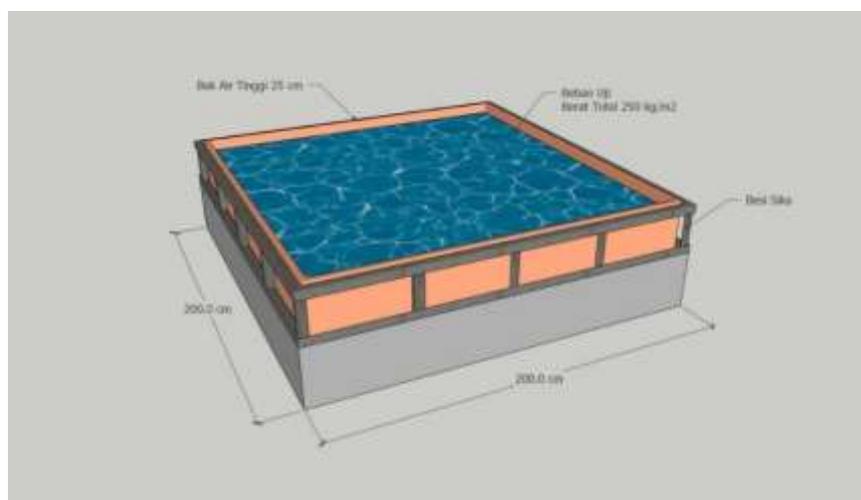


Gambar 4. Penyusunan Bata Hebel



Gambar 5. Finishing Benda Uji sebelum Pembebanan

- c. Tahap awal pengujian: tahap ini dilakukan pengujian lendutan terhadap beban mati sendiri struktur (SDL) sebelum diberikan beban apapun diatas pelat lantai. Data lendutan dibaca dengan *Dial Gauge* yang diletakkan dibawah pelat lantai.
- d. Tahap lanjutan pengujian: tahap ini dilakukan pengujian lendutan dengan memberikan beban ± 250 kg/m² diatas pelat lantai. Data Lendutan dibaca dengan *Dial Gauge* yang diletakkan dibawah pelat lantai.



Gambar 6. Simulasi Tahap Pengujian

- e. Tahap pengolahan data: dalam tahap ini akan dilakukan analisis data lendutan yang diperoleh dari *dial gauge*. Data lendutan tersebut akan diolah untuk memastikan keamanan dari pelat lantai yang terbuat dari bata hebel dengan perkuatan besi siku
- f. Tahap kesimpulan: tahap ini akan dibuat satu kesimpulan yang berdasarkan analisis data dan pembahasannya.

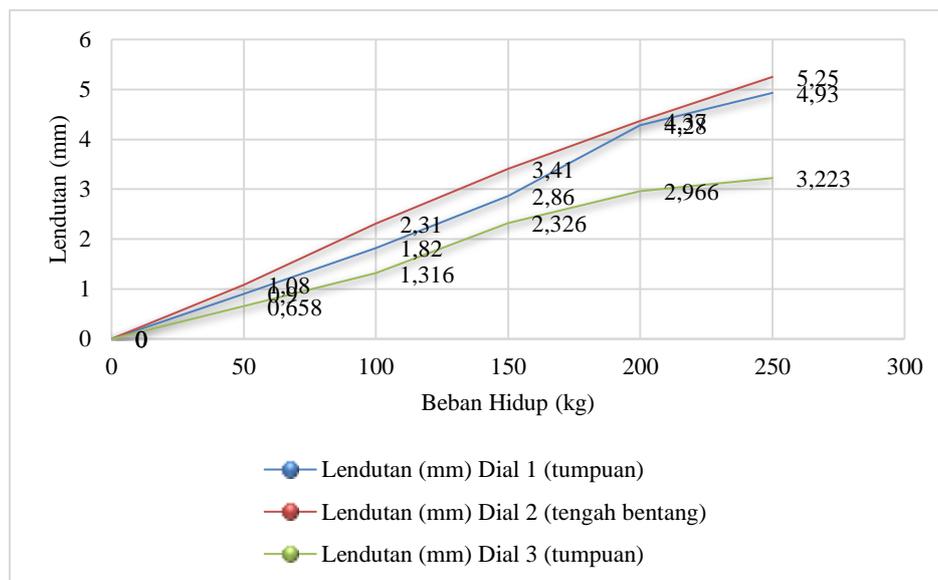
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Lendutan Pelat Lantai yang Menggunakan Perkuatan Bata Hebel dengan Perkuatan Besi Siku

Karakteristik perilaku lendutan pelat lantai yang menggunakan perkuatan bata Hebel dengan perkuatan besi siku melibatkan beberapa aspek utama, termasuk distribusi tegangan, kekakuan struktural, dan kapasitas beban. Dari hasil pengujian pembebanan pada pelat lantai hebel yang dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut, sesuai dengan **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Pembebanan pada Pelat Lantai Hebel

Beban Hidup (kg)	Lendutan (mm)		
	Dial 1 (tumpuan)	Dial 2 (tengah bentang)	Dial 3 (tumpuan)
0	0	0	0
50	0.9	1.08	0.658
100	1.82	2.31	1.316
150	2.86	3.41	2.326
200	4.28	4.37	2.966
250	4.93	5.25	3.223
Nilai rata-rata	2.958	3.284	2.0978



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Pembebanan Pelat Hebel

Terlihat bahwa terdapat tiga bacaan dial gauge yang mengukur lendutan (defleksi) pada posisi yang berbeda di pelat lantai ketika diberi beban hidup yang bervariasi. Berikut adalah analisis dari data tersebut:

1. Analisis Lendutan pada Setiap Dial

- **Dial 1 (Tumpuan):** Lendutan pada Dial 1 meningkat seiring dengan peningkatan beban hidup. Pada beban 50 kg, lendutan sebesar 0.9 mm, dan pada beban 250 kg, lendutan meningkat hingga 4.93 mm. Rata-rata lendutan pada Dial 1 adalah 2.958 mm.
- **Dial 2 (Tengah Bentang):** Dial 2 mengukur lendutan di tengah bentang, yang merupakan lokasi di mana lendutan maksimum biasanya terjadi. Lendutan dimulai dari 1.08 mm pada beban 50 kg dan meningkat hingga 5.25 mm pada beban 250 kg. Rata-rata lendutan pada Dial 2 adalah 3.284 mm, yang lebih tinggi dibandingkan dengan Dial 1 dan Dial 3, sesuai dengan ekspektasi untuk lokasi ini.

- **Dial 3 (Tumpuan):** Lendutan pada Dial 3 juga meningkat dengan bertambahnya beban, dari 0.658 mm pada beban 50 kg menjadi 3.223 mm pada beban 250 kg. Rata-rata lendutan pada Dial 3 adalah 2.0978 mm, yang merupakan nilai rata-rata terendah dibandingkan dengan Dial 1 dan Dial 2.

2. Perbandingan Lendutan pada Tiga Titik

- **Dial 2 vs Dial 1 dan Dial 3:** Lendutan pada Dial 2 (tengah bentang) lebih besar dibandingkan dengan lendutan pada Dial 1 dan Dial 3 (tumpuan). Ini menunjukkan bahwa beban terdistribusi dengan baik ke seluruh pelat, dengan titik tengah bentang mengalami defleksi terbesar, yang sesuai dengan teori lendutan pelat beton bertulang.
- **Simetri Lendutan pada Tumpuan:** Lendutan yang diukur pada Dial 1 dan Dial 3 cukup simetris, dengan nilai yang tidak terlalu jauh berbeda. Ini menunjukkan bahwa pelat memiliki distribusi beban yang simetris dan tidak ada kelebihan lendutan yang signifikan di salah satu tumpuan.

3. Kinerja Pelat Lantai

- **Performa di Bawah Beban:** Pelat menunjukkan peningkatan lendutan yang linear seiring dengan peningkatan beban, yang menunjukkan perilaku elastis. Namun, seiring bertambahnya beban, lendutan pada tengah bentang menjadi lebih dominan, yang merupakan karakteristik normal dari pelat beton.
- **Nilai Lendutan Maksimum:** Pada beban maksimum 250 kg, lendutan di tengah bentang mencapai 5.25 mm. Ini menunjukkan bahwa pelat masih berada dalam batas aman, asalkan nilai lendutan ini tidak melebihi batas yang ditentukan oleh standar desain yang relevan.

4. Rata-Rata Lendutan

Rata-rata lendutan pada setiap dial menggambarkan bagaimana pelat berperilaku di bawah kondisi beban hidup yang diterapkan. Nilai rata-rata tertinggi di **Dial 2** mengonfirmasi bahwa titik tengah bentang adalah lokasi kritis untuk lendutan, yang perlu diperhatikan dalam desain dan penguatan pelat.

3. Kapasitas Beban yang Meningkat

- a. **Daya Dukung Pelat:** Dengan kombinasi bata Hebel dan besi siku, pelat lantai dapat menahan beban yang lebih besar sebelum mencapai titik keruntuhan. Kapasitas beban yang meningkat ini disebabkan oleh peningkatan kekakuan dan distribusi tegangan yang lebih baik.
- b. **Ketahanan terhadap Beban Berlebih:** Dalam skenario beban berlebih, pelat yang diperkuat cenderung menunjukkan perilaku elastis lebih lama sebelum masuk ke fase plastis, dibandingkan dengan pelat yang tidak diperkuat. Hal ini berarti bahwa pelat dapat menahan beban tambahan tanpa mengalami deformasi permanen yang signifikan.

4. Distribusi Lendutan yang Lebih Merata

- a. **Penyebaran Beban:** Perkuatan bata Hebel memungkinkan pelat untuk mendistribusikan beban lebih merata di seluruh permukaannya. Ini mengurangi kemungkinan terjadinya konsentrasi lendutan di satu titik, yang dapat menyebabkan kerusakan lokal atau kegagalan struktural.
- b. **Perbaikan Perilaku Struktural:** Perilaku lendutan pelat yang diperkuat dengan bata Hebel dan besi siku lebih homogen, yang berarti bahwa pelat cenderung mengalami defleksi yang lebih seragam di bawah beban, meningkatkan keseluruhan kinerja struktural.

3.2 Tingkat Keamanan Pelat Lantai yang Menggunakan Perkuatan Bata Hebel dengan Perkuatan Besi Siku

Untuk mengevaluasi tingkat keamanan pelat lantai yang menggunakan perkuatan bata Hebel dengan perkuatan besi siku berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), kita perlu mengacu pada beberapa standar yang relevan, khususnya yang mengatur tentang struktur beton bertulang dan lendutan maksimum yang diizinkan. Berikut adalah evaluasi yang lebih spesifik:

1. Lendutan Maksimum yang Diizinkan Menurut SNI

- a. **Referensi SNI:** SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (yang mengadopsi ACI 318) mengatur tentang batasan lendutan yang diizinkan untuk elemen struktural, termasuk pelat lantai.
- b. **Lendutan Maksimum:** Untuk pelat satu arah dan dua arah, SNI 2847 menetapkan bahwa lendutan tidak boleh melebihi:

- L/240L/240L/240 untuk pelat dengan beban yang tidak menyebabkan kerusakan estetika atau fungsi.
 - L/360L/360L/360 untuk pelat yang memerlukan kontrol lebih ketat terhadap lendutan untuk mencegah kerusakan estetika atau fungsi.
- c. **Perhitungan Lendutan Maksimum:** Misalkan panjang bentang pelat adalah 4 meter (4000 mm):
- Lendutan maksimum menurut SNI adalah:
 - $L/240=4000/240=16.67L/240 = 4000/240 = 16.67L/240=4000/240=16.67$ mm
 - $L/360=4000/360=11.11L/360 = 4000/360 = 11.11L/360=4000/360=11.11$ mm
2. Evaluasi Data Lendutan Berdasarkan SNI
- **Lendutan Tertinggi yang Diukur:** Dari data yang Anda berikan, lendutan maksimum yang diukur adalah 5.25 mm pada beban 250 kg di tengah bentang (Dial 2).
 - **Perbandingan dengan SNI:** Nilai lendutan maksimum 5.25 mm ini masih jauh di bawah batas yang diizinkan oleh SNI (11.11 mm atau 16.67 mm), menunjukkan bahwa dari sudut pandang lendutan, pelat masih dalam kondisi aman.
3. Kapasitas Beban dan Faktor Keamanan
- **Beban Hidup yang Diizinkan:** SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain menyatakan bahwa beban hidup untuk lantai bangunan umum biasanya berada di kisaran 200-250 kg/m².
 - **Faktor Keamanan:** SNI mengharuskan faktor keamanan yang cukup tinggi untuk struktur beton, biasanya di atas 1.4 hingga 1.6 untuk beban hidup. Dalam hal ini, jika pelat mampu menahan beban hidup maksimum 250 kg tanpa melebihi lendutan yang diizinkan, maka pelat dapat dianggap aman sesuai dengan faktor keamanan yang ditetapkan oleh SNI.
4. Distribusi Tegangan dan Peran Perkuatan
- **Peran Bata Hebel:** Bata Hebel sebagai material infill membantu mendistribusikan tegangan dengan lebih merata di seluruh permukaan pelat, mengurangi konsentrasi tegangan dan risiko kegagalan lokal.
 - **Perkuatan Besi Siku:** Besi siku yang ditempatkan di tumpuan atau sudut pelat meningkatkan kekakuan dan mencegah deformasi berlebihan, sesuai dengan prinsip-prinsip yang diatur dalam SNI 2847.
5. Kesesuaian dengan SNI
- **Lendutan dan Beban:** Berdasarkan evaluasi di atas, pelat dengan perkuatan bata Hebel dan besi siku menunjukkan lendutan yang terkendali di bawah beban hidup yang sesuai dengan persyaratan SNI.
 - **Struktur Aman:** Dengan lendutan yang berada dalam batas yang diizinkan oleh SNI, dan beban hidup yang diterapkan sesuai dengan standar, pelat ini dapat dianggap aman dan memenuhi persyaratan SNI.

Berdasarkan analisis lendutan, pelat lantai dengan perkuatan bata Hebel dan besi siku menunjukkan bahwa lendutan yang terjadi berada dalam batas aman sesuai dengan standar desain yang umum. Struktur pelat dengan kombinasi perkuatan ini dapat dianggap aman untuk beban hidup yang diuji, dengan lendutan yang terkendali dan distribusi beban yang merata.

Untuk mengonfirmasi tingkat keamanan secara keseluruhan, disarankan untuk melakukan pengujian tambahan dengan variasi beban yang lebih tinggi serta analisis terhadap tegangan dan regangan material pelat. Pemantauan lendutan selama penggunaan aktual juga dianjurkan untuk memastikan bahwa lendutan tetap berada dalam batas yang diizinkan oleh SNI selama masa pakai pelat.

Dengan mengikuti panduan dan batasan yang ditetapkan oleh SNI, pelat lantai yang menggunakan perkuatan bata Hebel dengan perkuatan besi siku menunjukkan tingkat keamanan yang tinggi. Lendutan yang diukur berada dalam batas aman, dan beban hidup yang diterapkan sesuai dengan ketentuan SNI, menjadikan struktur ini dapat diandalkan untuk penggunaan dalam proyek bangunan sesuai standar nasional.

4. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan mengenai studi eksperimental lendutan pelat lantai menggunakan bata hebel dengan perkuatan besi siku, dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Karakteristik Lendutan Pelat Lantai

Hasil pengujian menunjukkan bahwa distribusi lendutan pada pelat lantai berada dalam rentang yang terprediksi dengan nilai tertinggi terjadi di tengah bentang, sesuai dengan teori struktural. Nilai lendutan yang diukur dari tiga titik (tumpuan dan tengah bentang) memperlihatkan peningkatan yang linear seiring dengan bertambahnya beban. Rata-rata lendutan di tengah bentang adalah yang tertinggi, yaitu 3.284 mm, sementara pada tumpuan (Dial 1 dan Dial 3) masing-masing memiliki nilai rata-rata 2.958 mm dan 2.097 mm.

b. Peningkatan Kekakuan dan Kapasitas Beban

Kombinasi antara bata hebel sebagai material infill dan besi siku sebagai perkuatan memberikan efek stiffening yang signifikan. Penggunaan besi siku meningkatkan kekakuan pelat, terutama di area tumpuan dan bagian tepi, sehingga mengurangi lendutan dan memperbaiki distribusi tegangan. Pelat lantai yang diperkuat mampu menahan beban hingga 250 kg dengan lendutan maksimum 5.25 mm di tengah bentang, yang masih dalam batas aman menurut standar yang berlaku.

c. Reduksi Lendutan dan Penyebaran Beban yang Merata

Dengan adanya bata hebel, distribusi tegangan pada pelat menjadi lebih merata, sehingga konsentrasi tegangan dapat dikurangi dan risiko keruntuhan lokal dapat diminimalisir. Besi siku juga memainkan peran penting dalam mengurangi lendutan di tepi pelat, yang umumnya rentan terhadap defleksi berlebih.

d. Tingkat Keamanan Pelat Lantai

Berdasarkan evaluasi lendutan sesuai dengan SNI 2847:2019 dan SNI 1727:2020, pelat lantai ini memenuhi standar keamanan. Lendutan maksimum yang diukur (5.25 mm) masih jauh di bawah batas lendutan yang diizinkan ($L/240$ atau $L/360$), yang berarti pelat ini berada dalam kondisi aman di bawah beban hidup maksimum yang diuji. Kapasitas beban pelat lantai ini juga sesuai dengan ketentuan SNI, dengan faktor keamanan yang cukup tinggi.

Secara keseluruhan, penggunaan bata hebel dengan perkuatan besi siku pada pelat lantai menunjukkan hasil yang memuaskan dari segi pengendalian lendutan, peningkatan kekakuan, dan distribusi beban. Pelat ini dapat diandalkan untuk digunakan dalam struktur bangunan dengan beban hidup sesuai standar, dan tetap mempertahankan tingkat keamanan yang tinggi.

5. Daftar Pustaka

- [1] K. N. Cahyani, "Pengujian Eksperimental Model Sambungan Balok-Kolom Beton Pracetak," *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 4, pp. 1–12, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i4.6721.
- [2] A. Purnomo, I. Y. Makarim, "Experimental Study on the Behavior of Reinforced Concrete Slabs with Hebel Block Infill Subjected to Vertical Load," *Proceedings of the International Conference on Structural Engineering and Construction Management*, 2018
- [3] D. Pratama, S. S. Nugroho, "Analysis of Lateral Load Resistance of Hebel Wall Panel Reinforced with Steel Fiber," *Proceedings of the International Conference on Civil and Environmental Engineering*, 2019
- [4] H. Wijaya, A. P. Bayuaji, "Analysis of Hebel Block Masonry Wall under Lateral Load," *Civil Engineering Dimension*, vol. 16, no. 2, pp. 87-92, 2014.
- [5] R. Ismail, A. Wibowo, "Flexural Behavior of Reinforced Concrete Slabs Using SIFCON," *Journal of Structural Engineering*, vol. 142, no. 5, 2016.
- [6] S. Utomo, B. W. Anggara, "Experimental Study on Flexural Behavior of Hebel Brick Reinforced Concrete Beams," *Procedia Engineering*, vol. 171, pp. 1144-1150, 2017.
- [7] K. N. Cahyani, dkk, "Ductility of Precast Concrete Beam-Column Connection Using Dry Connection Method" *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, Volume 4, Issue 2, pp. 276-280, 2019.
- [8] H. Okail et al., Experimental and analytical investigation of the lateral load response of confined masonry walls, *HBRC Journal* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.hbrj.2014.09.004>
- [9] Yong Tat Lim, Jen Hua Ling, Ji Wei Lau, Yik Yee Min Alicia, "Experimental Study on the Flexural Behavior of Reinforced Polystyrene Blocks in Concrete Beams", *Journal of the Civil Engineering Forum*, May 2021, 7(2): 197-208, DOI 10.22146/jcef.62346.

-
- [10] Anonim, "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung", SNI 2847:2019.
[11] Anonim, "Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain", SNI 1727:2019.
[12] Anonim, "Building Code Requirements or Structural Concrete and Commentary", SNI 1727:2019.