

PENGARUH VARIASI PANJANG LAS PADA SAMBUNGAN LEWATAN BAJA TULANGAN TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG

Raga Pijar Semesta¹ Eka Juliafad²

¹ Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

² Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Email: ragapijarsemesta@gmail.com

Abstrak: Pada pelaksanaan pembangunan suatu gedung, pembuatan beton bertulang sering terjadi permasalahan yang disebabkan oleh bahan-bahan pembentuk struktur itu sendiri. Salah satunya permasalahan dalam pekerjaan penulangan. Panjang standar baja tulangan yang tersedia biasanya hanya mencapai 12 meter. Keterbatasan panjang ini dapat memengaruhi gaya tarik pada beton bertulang. Oleh karena itu, dalam proses penulangan beton bertulang, diperlukan sistem penyambungan baja tulangan. Salah satu metode yang digunakan adalah sambungan las dengan variasi panjang lewatan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif. Pengujian lentur dilakukan pada balok berukuran 54 cm x 15 cm x 15 cm. Jumlah benda uji yang direncanakan terdiri dari dua variasi: balok kontrol (BK/N) tanpa sambungan las sebanyak 3 buah, dan balok uji (BU10) dengan sambungan las sepanjang 10 cm sebanyak 2 buah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan nilai kuat lentur pada balok ketika tulangan dilengkapi dengan sambungan las. Nilai kuat lentur rata-rata pada balok beton bertulang tanpa sambungan las adalah 82,91 kN, sedangkan pada balok dengan sambungan las 10 cm (BU10) adalah 99,81 kN. Namun untuk daktilitas rata-rata balok beton bertulang dengan panjang pengelasan 10 cm (BU10) mengalami penurunan terhadap balok beton bertulang tanpa pengelasan yakni 1,17 untuk balok beton bertulang dengan panjang pengelasan 10 cm (BU10) dan 1,45 untuk balok beton bertulang tanpa pengelasan.

Kata Kunci: *Beton, Sambungan Las, Panjang Lewatan, Kuat Lentur Balok*

Abstract : *In the construction of a building, issues often arise related to the materials used in the structure, including problems with reinforcement work. One such issue is the standard length of reinforcement bars, which is typically only up to 12 meters. This limitation can affect the tensile strength of reinforced concrete. Therefore, a system for joining reinforcement bars is necessary in the reinforcement process, with one method being welding with various overlap lengths. This study employs a quantitative experimental method. Flexural tests were conducted on beams measuring 54 cm x 15 cm x 15 cm. The planned number of test specimens includes two variations: control beams (BK/N) without welding, totaling 3 beams, and test beams (BU10) with a 10 cm welding length, totaling 2 beams. The test results indicate an increase in the flexural strength of beams when the reinforcement is equipped with welding. The average flexural strength for beams without welding is 82.91 kN, while for beams with a 10 cm welding length (BU10), it is 99.81 kN. However, the average ductility of reinforced concrete beams with a 10 cm welding length (BU10) shows a decrease compared to beams without welding, with values of 1.17 for the welded beams and 1.45 for the non-welded beams.*

Keywords: *concrete, welding joints, lap length, flexural strength of beams*

PENDAHULUAN

Pada pelaksanaan pembangunan suatu gedung, pembuatan beton bertulang sering terjadi permasalahan yang disebabkan oleh bahan-bahan pembentuk struktur itu sendiri. Salah satunya permasalahan dalam pekerjaan penulangan. Panjang baja tulangan yang umumnya tersedia di industri biasanya hanya mencapai 12 meter. Keterbatasan panjang ini dapat memengaruhi gaya tarik dalam beton bertulang. Oleh karena itu, dalam proses penulangan beton bertulang, diperlukan sistem penyambungan untuk mengatasi keterbatasan panjang tulangan.

Menurut (Sirampun 2009), Baja tulangan merupakan elemen krusial dalam konstruksi, khususnya pada beton bertulang. Keberadaannya sangat penting karena baja tulangan berperan utama dalam menentukan kekuatan dan kestabilan struktur bangunan.

Umumnya, sambungan tulangan dilakukan dengan mengikuti ketentuan lewatan minimum sebesar 300 mm dari tulangan yang digunakan, namun di beberapa pelaksanaan pembangunan gedung, seperti gedung bertingkat rendah (*low rise building*) juga dijumpai penyambungan tulangan menggunakan sambungan las. Pada gedung bertingkat rendah ini, jenis tulangan yang disambung menggunakan sambungan las antara lain polos dan ulir. Sehingga pengaruh akibat penyambungan las kedua jenis tulangan ini terhadap beton bertulang perlu diteliti kekuatannya.

Panjang lewatan yang diperlukan harus dihitung secara cermat untuk mencegah keruntuhan atau kegagalan sambungan saat mencapai kekuatan nominal lentur pada titik tersebut. Kebutuhan panjang lewatan terkait dengan panjang penyaluran tegangan (L_d), yang meningkat seiring dengan peningkatan tegangan. Panjang penyaluran adalah panjang yang diperlukan untuk mengembangkan tegangan luluh pada tulangan, dan ini dipengaruhi oleh tegangan luluh baja (f_y), diameter tulangan (d_b), serta tegangan lekat. (Istimawan 1994).

(Ginting 2019) pernah meneliti tentang kajian mengenai sambungan lewatan jenis contact lap splice pada beton bertulang menunjukkan bahwa peningkatan panjang sambungan lewatan melebihi panjang minimum yang diperlukan tidak memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kekuatan lentur balok.. Oleh karena itu, diperlukan variasi dalam panjang sambungan

baja tulangan agar dapat memperjelas efektivitas tulangan yang belum mencapai kondisi luluh.

Beton terbentuk melalui proses pengerasan campuran yang terdiri dari semen, air, agregat halus (seperti pasir), dan agregat kasar (seperti batu pecah atau kerikil). Untuk meningkatkan kualitas beton, sering kali ditambahkan bahan tambahan (admixture). Beton dikenal memiliki kekuatan tekan yang tinggi, namun memiliki daya tahan tarik yang relatif rendah. (Asroni 2010).

Saat ini, beton tetap menjadi pilihan utama dalam konstruksi struktur. Selain karena kemudahan dalam memperoleh material penyusunnya, beton juga dipilih karena proses produksinya yang melibatkan tenaga kerja cukup besar, sehingga membantu mengurangi masalah pengangguran. Pertimbangan utama dalam proses produksi beton meliputi kekuatan tekan yang tinggi, kemudahan pengerjaan, serta kelangsungan dalam proses penyediaannya. (Mulyono 2003).

Kuat lentur mengacu pada nilai kekuatan tarik yang tidak langsung dari benda uji beton berbentuk balok. Nilai ini diperoleh melalui pengujian dengan membebani balok yang diletakkan secara mendatar di atas permukaan meja penekan mesin uji lentur. Kuat lentur juga dapat didefinisikan sebagai hasil bagi antara momen lentur dan momen inersia balok beton. Salah satu aspek penting dalam perancangan beton bertulang yang perlu diperhatikan adalah panjang penyaluran tulangan.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui apakah baja tulangan yang menggunakan sambungan las bisa digunakan dalam konstruksi bangunan dan memenuhi SNI yang berlaku.

Balok dirancang untuk memastikan struktur tetap aman terhadap beban atau efek beban yang terjadi selama masa penggunaan bangunan terutama dalam menahan kuat lentur. Tulangan balok ini akan dilas akibat tulangan utama yang tidak cukup atau tidak sampai panjangnya untuk suatu bentang balok, yang dimana pengelasan ini merupakan salah satu solusi untuk sistem penyambungan tulangan selain menggunakan kawat. Sehingga kuat lentur balok beton bertulang yang di prediksi akan bekerja sesuai dengan balok normal atau tanpa proses sistem penyambungan tulangan.

METODE PENELITIAN

1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan dalam studi ini bersifat kuantitatif dan menggunakan pendekatan eksperimental laboratorium. Tujuannya adalah untuk mengukur nilai kuat lentur balok beton bertulang yang menggunakan metode pengelasan tulangan yang mengalami panjang penyaluran dan panjang pengelesan optimum yang dibutuhkan.

Dalam penelitian ini, data yang digunakan terdiri dari dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Bentuk data yang digunakan mencakup data pembebanan maksimum yang tercatat pada setiap pengujian, durasi pembebanan, serta data berat balok beton.

b. Data Sekunder

Dalam penelitian ini, data sekunder yang digunakan meliputi Standar Nasional Indonesia (SNI), American Standard Test Methods (ASTM), serta jurnal penelitian yang relevan. Data sekunder ini mencakup spesifikasi bahan penyusun beton, prosedur pengujian, dan teori yang mendukung diskusi penelitian.

Output yang diharapkan dari pengujian balok beton bertulang ini adalah bisa mencapai kuat tekan, daktilitas, kekakuan, lendutan, dan lentur balok beton bertulang. Setelah semua pengujian dilaksanakan, maka akan diperoleh data data lalu dianalisis. Setelah semua pengujian selesai dilakukan, data yang diperoleh akan dianalisis. Berikut adalah langkah-langkah yang digunakan untuk menganalisis data pengujian:

a. Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder

Data yang diperoleh dari hasil pengujian tekan berupa beban maksimum. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung nilai kuat tekan beton:

$$f_c = \frac{P}{A} \text{ dengan:} \quad (1)$$

f_c = Kuat tekan (Mpa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang beton (mm²)

b. Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Bertulang

Data yang diperoleh dari hasil pengujian lentur meliputi beban dan lendutan pada setiap interval beban hingga mencapai beban maksimum.

2. Persiapan Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan benda uji adalah beton dengan mutu f_c '21 Mpa dengan menggunakan D13 BJT-24. Dan balok kayu digunakan sebagai bahan pembuatan bekisting.

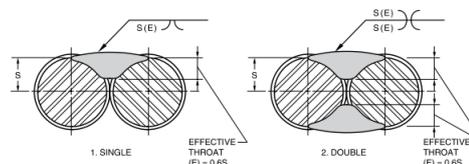
3. Pengelasan

Menurut (Weman 2011), Pengelasan adalah proses penyambungan bahan yang melibatkan peleburan material melalui pemanasan hingga suhu yang tepat. Proses ini dapat dilakukan dengan atau tanpa pemberian tekanan, serta dengan atau tanpa penggunaan bahan pengisi.

Dan menurut (Setiawan 2008), Pengelasan adalah proses penyambungan bahan logam yang dilakukan dengan memanaskan bahan hingga mencapai suhu yang diperlukan untuk peleburan. Proses ini dapat dilakukan dengan atau tanpa pemberian tekanan dan dengan atau tanpa penggunaan bahan pengisi.

Empat jenis las yang umum digunakan adalah las tumpul, las sudut, las baji (slot), dan las pasak (plug). Masing-masing jenis las memiliki kelebihan tersendiri yang mempengaruhi jangkauan penggunaannya. Secara umum, distribusi penggunaan keempat jenis las dalam konstruksi adalah sebagai berikut: Las tumpul 15%, las sudut 80%, dan sisanya mencakup las baji, las pasak, serta jenis las khusus lainnya. (Salmon dan Johnson 1996).

Luas Bidang Efektif las pada *lap joint* ditentukan sesuai dengan ukuran batang/tulangan yang digunakan. Dimensi tebal efektif las (E) dihitung dengan jarak 0,6 dari setengah diameter tulangan (S). Namun, dalam menilai kekuatan, ukuran las harus direncanakan agar tidak melebihi tegangan izin bahan dasar di sekitarnya. Untuk penjelasan lebih lanjut, dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Tebal Efektif Las

4. Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini, langkah yang harus dilakukan antara lain:

- a. Merancang *Mix Design*
- b. Pembuatan Sampel Uji
- c. Pemeliharaan Balok 28 Hari
- d. Pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan di Laboratorium PT. Statika Ready Mix dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine*. Pengujian kuat tekan pada beton dilakukan menggunakan sebanyak tiga buah sampel untuk mengetahui apakah kuat tekan rencana yang di rencanakan tercapai yaitu 21 MPa. Hasil pengujian kuat tekan beton yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel berikut ini

Tabel 1. Hasil Kuat Tekan Beton

Benda Uji	Dimensi (mm)		Luas Bidang (mm ²)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (N/mm ²)	Kuat Rata-rata
	L	D				
Selinder 1	300	150	17662,5	372200	21,07	21,21
Selinder 2	300	150	17662,5	374200	21,18	
Selinder 3	300	150	17662,5	376000	21,28	

2. Hasil Pengujian Kuat Lentur

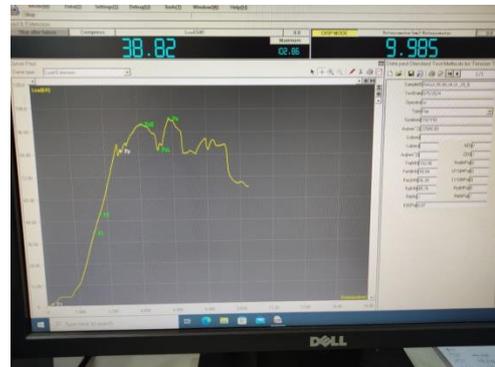
Pengujian kuat lentur balok dilaksanakan di Workshop Konstruksi Teknik Sipil Universitas Negeri Padang menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM). Pengujian kuat lentur dilakukan menggunakan metode four point loading, diletakan diatas dua tumpuan dengan dua beban terpusat set up kuat lentur balok dapat dilihat pada Gambar 1. Tingkat kecepatan dalam pengujian adalah 1 kN/s . Pada pengujian ini dapat di lihat hasil pembebanan maksimum dan lendutan maksimum pada mesin UTM.



Gambar 2. Posisi perletakan benda uji pada alat

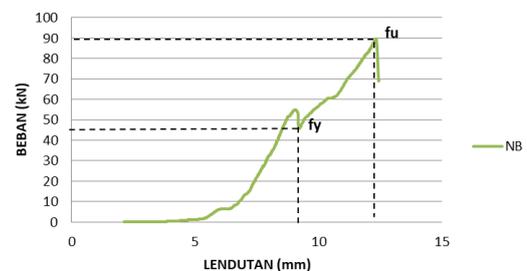


Gambar 3. Patahan Benda Uji



Gambar 4. Hasil Beban Maksimum dan lendutan
Berikut ini merupakan hasil pengujian kuat lentur balok:

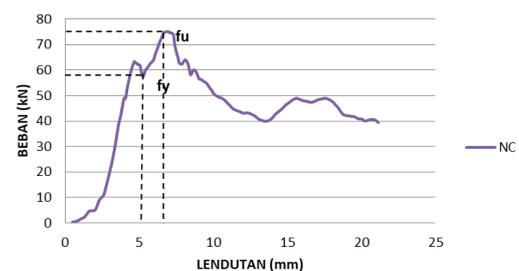
BALOK KONTROL (NB)



Gambar 5. Grafik Pengujian Balok NB

Berdasarkan grafik di atas di dapatkan bahwa beban maksimum dan lendutan maksimum dari pengujian balok kontrol B (NB) sebesar 89,58 kN dan 12,356 mm.

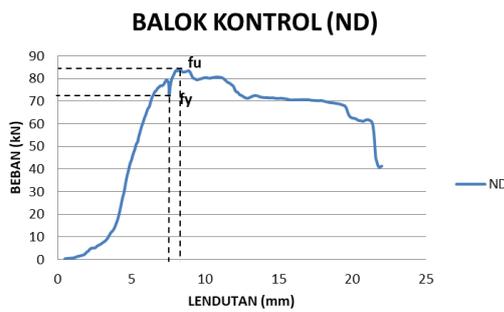
BALOK KONTROL (NC)



Gambar 6. Grafik Pengujian Balok NC

Berdasarkan grafik di atas di dapatkan bahwa beban maksimum dan lendutan

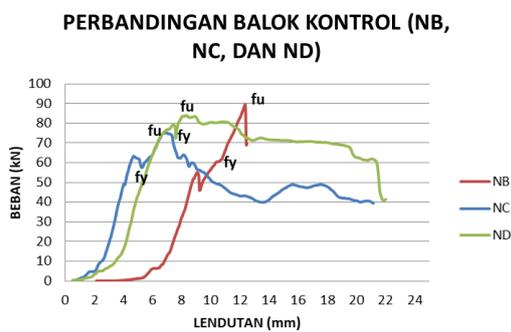
maksimum dari pengujian balok kontrol C (NC) sebesar 75,18 kN dan 6,936 mm.



Gambar 7. Grafik Pengujian Balok ND

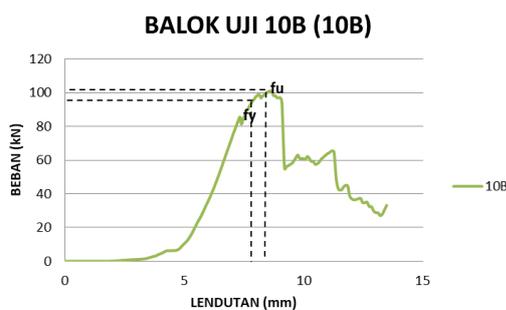
Berdasarkan grafik di atas di dapatkan bahwa beban maksimum dan lendutan maksimum dari pengujian balok kontrol D (ND) sebesar 83,96 kN dan 8,322 mm.

Berikut Tabel perbandingan pengujian balok lentur normal dapat dilihat pada Gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Balok Kontrol

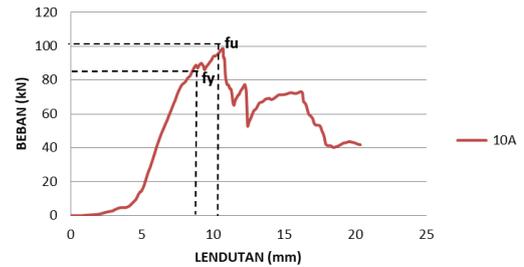
Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa beban maksimum tertinggi terjadi pada pengujian balok kontrol B (NB) dengan nilai beban maksimum nya sebesar 89,58 kN dan lendutan maksimum sebesar 12,356 mm.



Gambar 9. Grafik Pengujian Balok Uji 10B

Berdasarkan grafik di atas di dapatkan bahwa beban maksimum dan lendutan maksimum dari pengujian balok Uji 10B (10B) sebesar 101,02 kN dan 8,623 mm.

BALOK UJI 10A (10A)

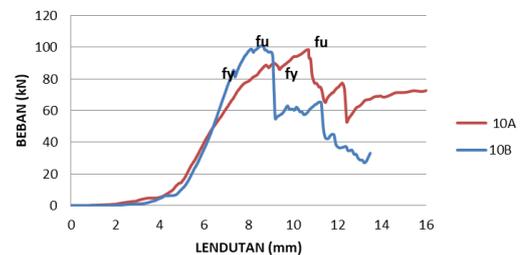


Gambar 10. Grafik Pengujian Balok Uji 10A

Berdasarkan grafik di atas di dapatkan bahwa beban maksimum dan lendutan maksimum dari pengujian balok Uji 10A (10A) sebesar 98,6 kN dan 10,677 mm

Berikut Tabel perbandingan pengujian balok uji 10 dapat dilihat pada Gambar 11 dibawah ini.

PERBANDINGAN BALOK UJI 10A DAN 10B



Gambar 11. Grafik Perbandingan Balok Uji 10

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa beban maksimum tertinggi terjadi pada pengujian balok kontrol 10B (10B) dengan nilai beban maksimum nya sebesar 101,02 dan lendutan maksimum sebesar 8,623 mm.

Berikut ini merupakan Tabel hasil pengujian kuat lentur balok:

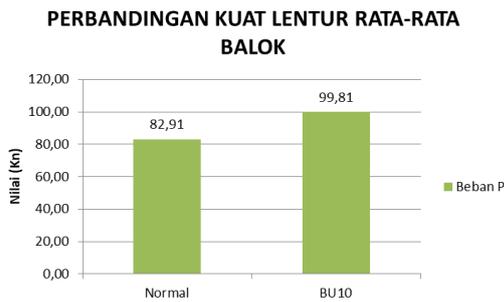
Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok

No	Benda uji	Beban	Rata-Rata	persentase (P)	Lendutan	Rata-Rata	persentase (Lendutan)
		P (N)			mm		
1	NB	89,58	82,91	0%	12,356	9,20	0%
	NC	75,18			6,936		
	ND	83,96			8,322		
2	10A	98,6	99,81	20,39%	10,67	9,65	4,84%
	10B	101,0			8,623		

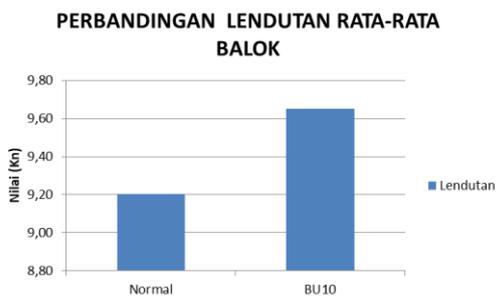
Berdasarkan Tabel di atas dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan nilai kuat lentur rata-rata pada balok dengan sambungan las. Perubahan nilai tersebut adalah pada balok tanpa pengelasan diperoleh nilai kuat lenturnya sebesar 82,91 kN dan lendutannya sebesar 9,2, kemudian untuk balok dengan pengelasan pada balok uji 10 (BU10)

diperoleh nilai kuat lenturnya 99,81 kN dan lendutannya 9,65.

Diagram dari nilai pengujian kuat lentur pada balok dapat dilihat pada Gambar 12 berikut:



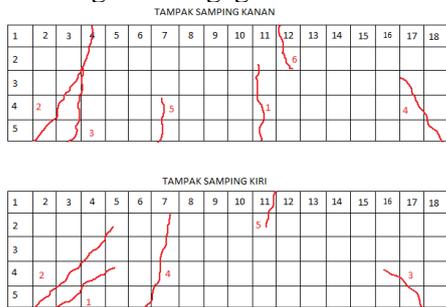
Gambar 12 Perbandingan Kuat Lentur Rata-Rata



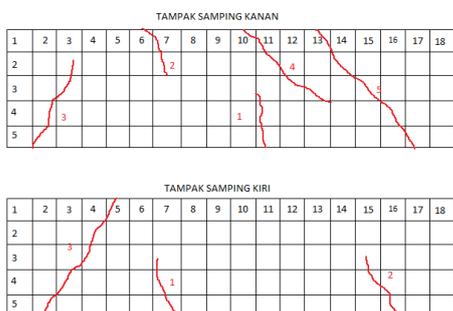
Gambar 13. Perbandingan Lendutan Rata-rata

3. Pola Keretakan Balok

Berikut akan ditampilkan sebuah gambar yang menggambarkan pola retak dan keruntuhan yang terjadi pada balok-balok uji setelah mengalami kegagalan.



Gambar 14. Pola Keretakan Balok Kontrol NB



Gambar 15. Pola Keretakan Balok Uji 10B

4. Daktilitas dan Rasio Penulangan

Berikut nilai daktilitas dari pengujian kuat lentur balok beton bertulang:

Tabel 3. Daktilitas Balok Beton Bertulang.

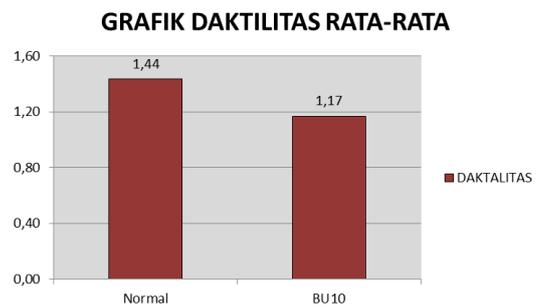
NAMA	Fu	δu (mm)	fy	δy (mm)	Fu/Fy	Rata-rata	$\frac{\delta u}{\delta y}$	Rata-rata
NB	89,58	12,356	47,84	8,583	1,87	1,45	1,44	1,44
NC	75,18	6,936	57,48	4,377	1,31		1,58	
ND	83,96	8,322	72,5	6,472	1,16		1,29	
10A	98,6	10,677	86,06	8,508	1,15	1,10	1,25	1,17
10B	101,02	8,623	96,8	7,955	1,04		1,08	

Berikut nilai dari rasio penulangan

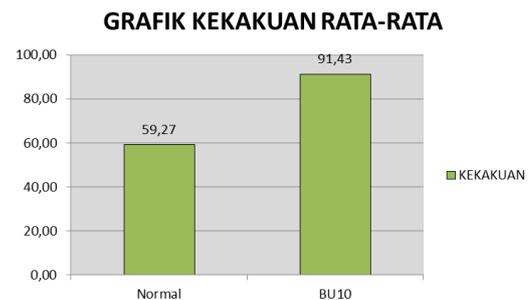
$$\rho = \frac{As}{b.d} = \frac{265}{150 \times 130}$$

$$\rho = 0,0136$$

Dari hasil perhitungan daktilitas yang ditampilkan pada tabel di atas, diperoleh bahwa daktilitas balok kontrol/normal adalah 1.44, sedangkan daktilitas balok uji dengan sambungan las 10 cm adalah 1.17. Balok dengan sambungan las menunjukkan sedikit penurunan daktilitas yaitu sebesar 0.27. Ini menunjukkan bahwa benda uji dengan sambungan las berpengaruh pada daktilitas. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat grafik pada Gambar dibawah ini.



Gambar 16. Grafik Daktilitas Rata-rata



Gambarn 17. Grafik Kekakuan Rata-rata

5. Pembahasan

Pengujian kekuatan balok beton bertulang dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan

balok ketika tulangan yang disambung menggunakan metode pengelasan diberikan beban maksimum. Dalam penelitian ini, fokus pengujian adalah pada kuat lentur balok beton bertulang dengan sambungan las. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Workshop Konstruksi Teknik Sipil Universitas Negeri Padang pada umur beton 28 hari, dengan mutu rencana f_c sebesar 21 MPa.

Pada pengujian kuat lentur yang telah dilakukan, balok berukuran 54 cm x 15 cm x 15 cm diuji dengan menggunakan metode dua titik pembebanan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan sambungan las pada balok beton bertulang dapat meningkatkan kekuatan lentur balok.

Pada balok uji 10 mengalami kenaikan nilai kuat lentur jika di bandingkan dengan balok kontrol/normal. Adapun persentase kenaikan kuat lentur balok uji 10 terhadap balok kontrol adalah sebesar 20,39. Dan pada daktilitas balok pengujian, balok uji 10 mengalami penurunan daktilitas dengan nilai 1,17.

KESIMPULAN

Pengaruh pengelasan sambungan lewatan pada balok beton bertulang dapat meningkatkan kekuatan lentur balok dari kekuatan lentur balok normal. Hal ini di tandai dengan persentase kenaikan kuat lentur balok uji 10 terhadap balok kontrol adalah sebesar 20,39. Pengelasan sambungan lewatan pada balok beton bertulang dengan panjang pengelasan 10 cm diperoleh nilai kuat lentur sebesar 99,81 kN. Pada daktilitas balok pengujian, balok uji 10 mengalami penurunan daktilitas dengan nilai 1,17. Sedangkan daktilitas balok kontrol sebesar 1.45.

DAFTAR PUSTAKA

Asroni, Ali. 2010. "Balok dan pelat beton bertulang." *Yogyakarta: Graha Ilmu* 9–10.

Aulia, Reyhan, dan Eka Juliafad. 2023. "ANALISA PENGARUH VARIASI PANJANG PERKUATAN LENTUR PELAT BAJA TERHADAP BALOK BETON BERTULANG." *Jurnal Applied Science in Civil Engineering* 4(1):40–47.

Chen, Wai-Fah, dan JY Richard Liew. 2002. *The civil engineering handbook*. Crc Press.

Dulbert, Biatna, dan Denny Wahyudi. 2008. "Kajian Ekonomis Baja Tulangan Beton." *Jurnal Standardisasi* 10(1):19–26.

Ginting, Arusmalem. 2019. "Kajian Sambungan Lewatan Jenis Contact Lap Splice pada Beton Bertulang." *Jurnal Teknik Sipil* 4(2):105–14.

Istimawan, Dipohusodo. 1994. "Struktur beton bertulang." *PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta*.

Juliafad, E. 2020. "Investigasi Kerusakan Pada Bangunan Beton Bertulang." *Depok: Rajawali Pers*.

Mulyono, Tri. 2003. "Teknologi Beton, Penerbit Andi Offset." *Yogyakarta* 3:26.

Nasional (BSN);, Republik Indonesia; Badan Standardisasi. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2013*. Badan Standardisasi Nasional (BSN).

Salmon, Charles G., dan John E. Johnson. 1996. "Struktur Baja Desain dan Perilaku 2."

Setiawan, Agus. 2008. "Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRF D."

Sirampun, Andarias R. 2009. "Pemeriksaan mutu dan ukuran baja tulangan di pasaran kota palu." *Media Litbang Sulteng* 2(2).

Weman, Klas. 2011. *Welding processes handbook*. Elsevier.

Wirsi, Hanif Hadi. 2023. "Studi Eksperimental Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang Menggunakan Pelat Baja dengan Variasi Jarak Pelat Baja."