

**ANALISIS KOMPARATIF PERILAKU BALOK APLIKASI TULANGAN  
BEUGEL DI LAS DENGAN IKATAN BENDRAT SERTA UJUNG  
TULANGAN POKOK DI BENGKOK MAUPUN TANPA BENGKOKAN  
UNTUK KONSTRUKSI BANGUNAN**

**Marsudi<sup>1)</sup>, Dianita Ratna Kusumastuti<sup>2)</sup>, Martono<sup>3)</sup>, Supriyadi<sup>4)</sup>, Basuki Setiyo  
Budi<sup>5)</sup>**

<sup>1</sup>Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang, Jl.Prof. Soedarto, Semarang, 50275  
E-mail: marsudi@polines.ac.id<sup>1)</sup>

**Abstract**

Repairing cracks in concrete structures is deemed necessary to prevent further damage that can cause structural collapse and can restore and increase the strength of structural elements to be able to withstand the load according to the plan load. This study aims to compare the flexural strength of reinforced concrete beams which have not been cracked with reinforced concrete beams that have been improved in the injection method of Sikadur 752, and determine the level of influence of the use of Sikadur 752 as a concrete injection mixture. The testing method in this study is based on applicable SNI regulations, the specimen is in the form of reinforced concrete beams with dimensions of 10 x 15 x 65 cm totaling 12 test objects, which are used as flexural strength test specimens and simulations. with non-bent concrete steel, the ends are bonded with the principal reinforcement and beugel with a maximum bendrat able to withstand a load of 26.67 kN. Flexural strength of K-250 quality concrete beams with the main reinforcement without bending at the edges and the bond with the beugel in the weld is maximum able to withstand a load of 31.67 kN. For the flexural strength of K-250 quality concrete beams with reinforced reinforcement at the end and the bond between the main reinforcement with baugel with a maximum bendrat able to withstand a load of 28.33 kN .. While in the testing of concrete beams flexural strength of K-250 quality concrete blocks with reinforcement bent at the ends and bonding reinforcement principal with the beugel in welding is able to withstand a maximum load of 36 kN. Analysis of the test results with the principal reinforcement bent at the ends and the reinforcing principal with beugels joined by a welded joint can increase the flexural strength of beams with dimensions of 10 cm x 15 cm x 65 cm by 27.07%.

**Keywords:** Concrete, base bone, beugel, welding

**Abstrak**

Perbaikan keretakan struktur beton dirasa perlu dilakukan untuk mencegah kerusakan yang lebih lanjut yang dapat menyebabkan keruntuhan struktur dan dapat mengembalikan serta meningkatkan kekuatan elemen struktur agar mampu menahan beban sesuai dengan beban rencana. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kekuatan lentur balok beton bertulang yang belum mengalami keretakan dengan balok beton bertulang yang sudah di lakukan perbaikan metode injeksi Sikadur 752, serta mengetahui tingkat pengaruh penggunaan bahan Sikadur 752 sebagai bahan campur injeksi beton. Metode pengujian dalam penelitian ini berdasarkan peraturan SNI yang berlaku, benda uji berupa balok beton bertulang dengan dimensi 10 x 15 x 65 cm yang berjumlah 12 benda uji, yang digunakan sebagai benda uji kuat lentur dan simulasi Hasil pengujian kuat lentur balok beton mutu K-250 dengan besi beton tanpa bengkokan di ujung dengan ikatan anata tulangan pokok dan beugel dengan bendrat maksimal mampu menahan beban 26,67 kN. Kuat lentur balok beton mutu K-250 dengan tulangan pokok tanpa dibengkok pada ujungnya dan ikatan dengan beugel di las maksimal mampu menahan beban 31,67 kN. Unruk kuat lentur balok beton mutu K-250 dengan tulangan poko di bengkok pada ujung dan ikatan antara tulangan pokok dengan baugel dengan bendrat maksimal mampu menahan beban 28,33 kN.. Sedangkan pada pengujian balok beton kuat lentur balok beton mutu K-250 dengan tulangan di bengkokan pada ujungnya serta ikatan tulangan pokok dengan beugel di las maksimal mampu menahan beban 36 kN. Analisa dari hasil pengujian dengan tulangan pokok di bengkokan pda ujungnya dan tulangan pokok dengan beugel di sambung

dengan sambungan las dapat meningkatkan kekuatan lentur balok dengan ukuran dimensi 10 cm x 15 cm x 65 cm sebesar 27,07 %.

**Kata Kunci : Beton, tulangan pokok, beugel, las**

## **PENDAHULUAN**

Struktur beton bertulang banyak digunakan pada konstruksi bangunan gedung di Indonesia, yaitu pada elemen balok, kolom, pelat maupun pondasi. Struktur bangunan yang telah direncanakan dengan baik dan dibangun, terkadang setelah difungsikan mempunyai beberapa permasalahan. Permasalahan tersebut dapat berkaitan dengan kegagalan dan kerusakan bangunan akibat masalah durability, kesalahan perencanaan dan pelaksanaan, overloading akibat kenaikan beban karena perubahan fungsi bangunan, dan penyebab khusus (gempa, banjir dan kebakaran). (Atika Ulfah Jamal, dkk; 2009). Beton bertulang memiliki masalah yang dapat mengurangi keunggulannya. Diantara masalah yang sering dijumpai adalah masalah keretakan. Apabila retakan-retakan pada struktur tidak segera diatasi sangat mungkin akan berlanjut pada keruntuhan struktur.

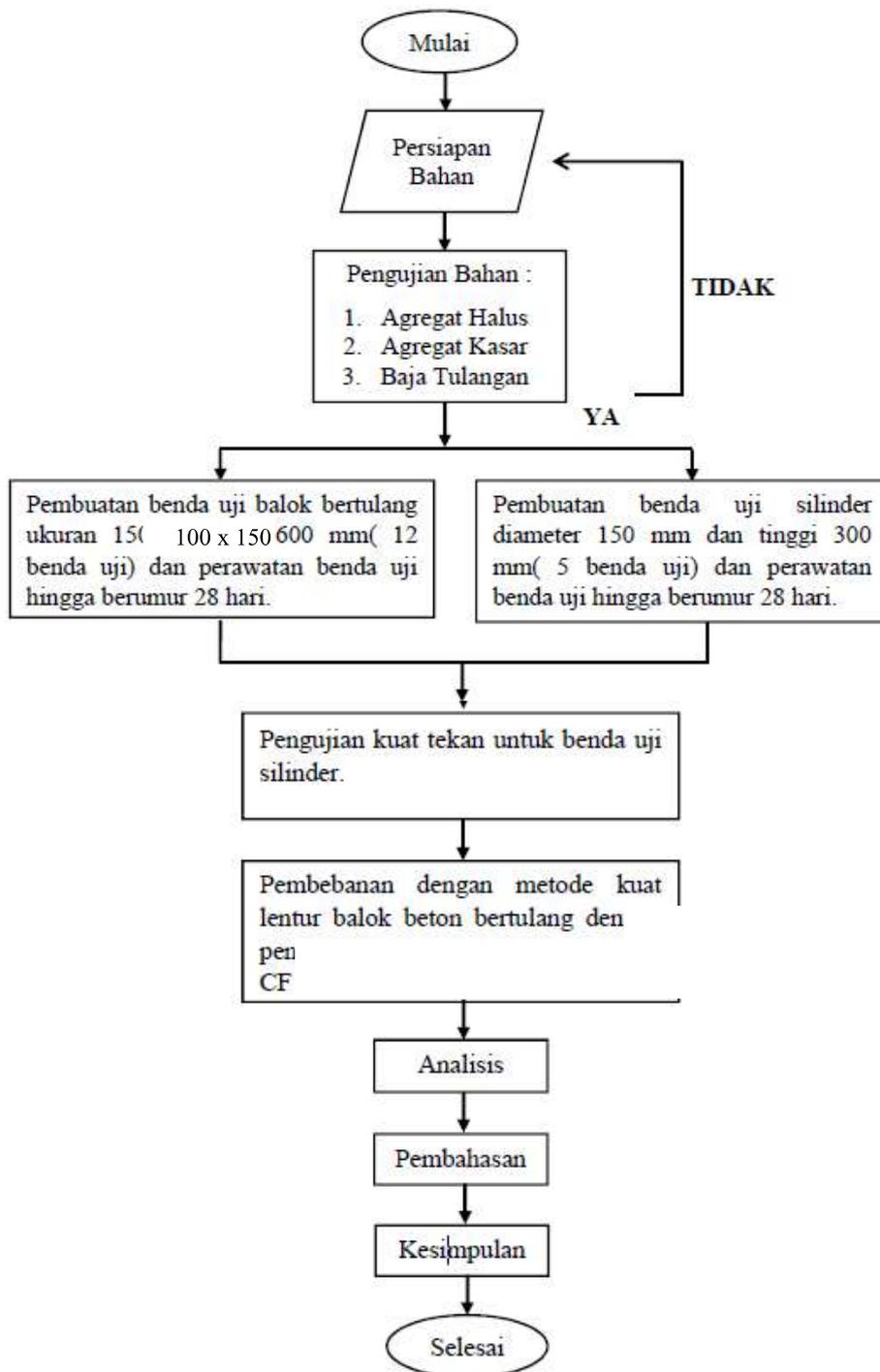
Keruntuhan struktur dalam kondisi seperti ini sangat berbahaya karena dapat terjadi secara tiba-tiba dengan peringatan kecil atau bahkan tanpa peringatan sebelumnya. Menurut Mangkoesoebroto (1998), Retak (cracks) adalah pecah pada beton dalam garis-garis yang relatif panjang dan sempit. Perbaikan keretakan struktur beton dirasa perlu dilakukan untuk mencegah kerusakan yang lebih lanjut yang dapat menyebabkan keruntuhan struktur. Selain itu diharapkan dapat mengembalikan atau meningkatkan kekuatan elemen struktur agar mampu menahan beban sesuai dengan beban rencana. Dengan teknologi yang ada saat ini perbaikan keretakan struktur dapat dilakukan dengan berbagai metode. Salah satu metode perbaikan keretakan struktur adalah dengan injeksi epoxy resin.

Metode injeksi ini merupakan cara untuk memperbaiki beton dengan mengisi celah atau rongga dengan material pengisi beton yang tidak mempunyai karakteristik menyusut pada saat disuntikan dengan menggunakan sebuah mesin bertekanan. Metode injeksi epoxy resin perbaikan balok beton bertulang diasumsikan dapat mempengaruhi kuat geser lentur balok beton bertulang. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Erick, Dalmantias (2015) Studi Eksperimental Retrofitting Balok Beton Bertulang Dengan Metoda Injeksi, disimpulkan perbaikan I - 2 kerusakan (retak) balok beton

bertulang dengan metode injeksi dengan keruntuhan mencapai 30% dan 60% dari beban maksimum, dapat mengembalikan kekuatan lentur balok sama seperti sebelum mengalami keretakan. Penelitian terkait metode injeksi epoxy resin perlu dikaji ulang untuk mengetahui pengaruhnya terhadap peningkatan kekuatan lentur dari balok beton bertulang. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan kajian eksperimental perbaikan balok beton bertulang yang direkayasa overload dengan analisis komparatif perilaku balok aplikasi tulangan beugel di las dengan ikatan bendrat serta ujung tulangan pokok di bengkok maupun tanpa bengkokan untuk konstruksi bangunan.

### **METODE PENELITIAN**

Dalam penelitian diperlukan alur proses perjalanan penelitian dari mulai permasalahan yang ada dan akan diteliti sampai didapatkan kesimpulan dari penelitian. Alur atau proses penelitian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian ini digunakan mutu beton K-250.

### Pembuatan begesting

Begesting dibuat sesuai dengan pemodelan benda uji, yaitu dimensi balok 100 mm x 150 mm dengan panjang bentang balok 65 cm.

Setelah begesting balok dipersiapkan maka modifikasi tulangan beton dimasukkan kedalam cetakan balok. Posisi peletakkan tulangan ditandai, agar nantinya ketika proses pengujian tidak mengalami kesalahan.



**Gambar 6. Pemasangan Tulangan Komposit Benda Uji Balok**

### Uji Slump

Pada penelitian ini nilai slump didapat dengan menghitung rata-rata jarak tingkat pematat dengan benda uji pada tiga titik yang berbeda. Data slump pada pengujian ini adalah sebagai berikut :

- Titik 1 : 8,7 cm
- Titik 2 : 12 cm
- Titik 3 : 11 cm

Sehingga dapat dihitung nilai slump pada beton segar untuk penelitian ini adalah sebesar :

$$slump = \frac{8,7 + 12 + 11}{3}$$

Slump = 10,57 cm

### Pembuatan Benda Uji Balok

Setelah campuran benda uji dipersiapkan maka campuran beton dituangkan ke dalam cetakan balok yang telah dipersiapkan. Campuran dituangkan 1/3 bagian pertama, kemudian ditusuk-tusuk agar tidak terjadi pemisahan agregat (segregasi). Kemudian dituangkan lagi 1/3 bagian kedua dan ditusuk-tusuk. Lalu dituangkan 1/3 bagian terakhir dan ditusuk-tusuk. Kemudian permukaan balok tersebut diratakan

### Hasil Uji Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat desak kubus beton dapat di tarik kesimpulan bahwa rata-rata kuat tekan beton adalah 255 kg/cm<sup>2</sup> ini berarti bahwa rata-rata beton tersebut mempunyai mutu K-255, lebih tinggi dari rencana yaitu mutu K-250).

**Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton**

NO	Kode	Umur (hari)	Ukuran 15 x 15 x 15	Berat (gram)	Kuat Tekan	
					Beban (N)	kg/cm <sup>2</sup>
1	K-250-1	28	225	8200	580	257
2	K-250-2	28	225	8000	568	252
3	K-250-3	28	225	8100	577	256
Rata – rata				8100	575	255

Dari hasil pengujian kuat desak kubus beton dapat di tarik kesimpulan bahwa rata-rata kuat tekan beton adalah 255 kg/cm<sup>2</sup> ini berarti bahwa rata-rata beton tersebut mempunyai mutu K-255, lebih tinggi dari rencana yaitu mutu K-250).

### Hasil pengujian Kuat Tarik

Berdasarkan benda uji yang dilakukukan uji tarik didapatkan hasil sebagai berikut :  
Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang.

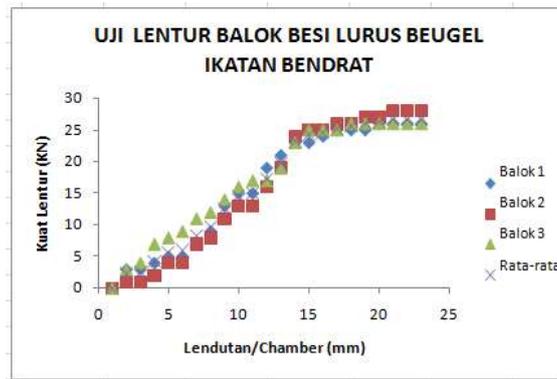
**Tabel 2. Hasil Uji Tarik Benda Uji**

No.	Jenis Benda Uji	$\sigma$ max (kN)	Keterangan
1.	Besi beton dia.10 (1)	33,5	
2.	Besi beton dia.10 (2)	32,0	
3	Besi beton dia.10 (3)	32,5	
	Rata-rata	32,67	

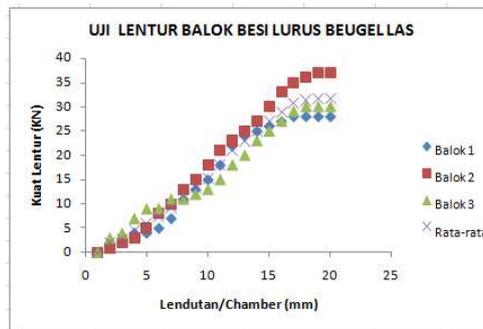
### Pengujian Kuat Lentur Balok Beton

Pada pengujian ini dilakukan uji tarik dengan memodifikasi alat uji tekan. Kekuatan tekan dari hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut ini :

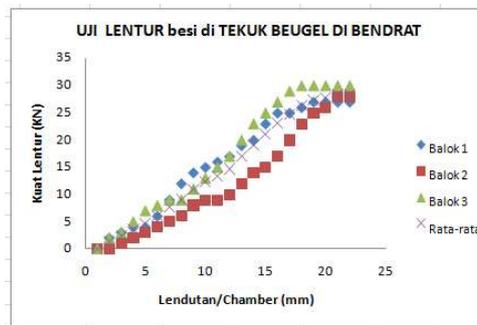
- a. Uji Lentur balok utuh mutu K-250 tulangan tanpa tekuk ikatan bendrat



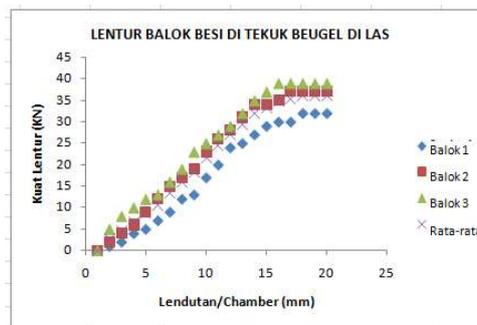
b. Uji Lentur balok utuh mutu K-250 tulangan tanpa tekuk beugel di las



c. Uji Lentur balok utuh mutu K-250 dengan besi ujunh di tekuk beugel di bendrat



d. Uji Lentur balok utuh mutu K-250 dengan besi di tekuk beugel las



**Tabel 3. Hasil pengujian Kuat Lentur Balok Beton**

No.	Jenis Benda Uji	Rata-rata Beban (P) (kN)	Keterangan
L	Balok beton mutu K-250 Besi lurus beugel di bendrat	26,67	
2.	Balok beton mutu K-250 Besi lurus beugel di las	31,67	
	Balok beton mutu K-250 Besi di bengkok beugel di bendrat	28,33	
	Balok beton mutu K-250 Besi di bengkok beugel di bendrat	36	

Hasil pengujian kuat lentur balok beton mutu K-250 dengan besi beton tanpa bengkokan di ujung dengan ikatan anata tulangan pokok dan beugel dengan bendrat maksimal mampu menahan beban 26,67 kN. Kuat lentur balok beton mutu K-250 dengan tulangan pokok tanpa dibengkok pada ujungnya dan ikatan dengan beugel di las maksimal mampu menahan beban 31,67 kN. Unruk kuat lentur balok beton mutu K-250 dengan tulangan poko di bengkok pada ujung dan ikatan antara tulangan pokok dengan baugel dengan bendrat maksimal mampu menahan beban 28,33 kN.. Sedangkan pada pengujian balok beton kuat lentur balok beton mutu K-250 dengan tulangan di bengkokan pada ujungnya serta ikatan tulangan pokok dengan beugel di las maksimal mampu menahan beban 36 kN.

Analisa dari hasil pengujian dengan tulangan pokok di bengkokan pda ujungnya dan tulangan pokok dengan beugel di sambung dengan sambungan las dapat meningkatkan kekuatan lentur balok dengan ukuran dimensi 10 cm x 15 cm x 65 cm sebesar 27,07 %.

### **SIMPULAN**

- Balok beton mutu K-250 tulangan pokok tanpa dibengkok pada ujungnya dengan ikatan beugel di bendrat dan di las dapat meningkatkan kuat lentur sampai.18,74 %.
- Balok beton mutu K-250 yang tulangan pada ujungnya dibengkok dengan ikatan beugel di bendrat dan di las dapat meningkatkan kuat lentur sampai.27,07 %.
- Secara visual tampak bahwa kondisi retak retak pada benda uji sama retak-retak arah vetikal, menunjukan bahwa yang terjadi adanya kekuatan tarik.