

**TINJAUAN KINERJA BETON DENGAN PEMANFAATAN BAHAN PENGANTI
TULANGAN MENGGUNAKAN PERKUATAN BAJA RINGAN KANAL C**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik**

Oleh:

ACHMAD ARIYANTO

D 100 110 113

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**TINJAUAN KINERJA BETON DENGAN PEMANFAATAN BAHAN PENGANTI
TULANGAN MENGGUNAKAN PERKUATAN BAJA RINGAN KANAL C**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

ACHMAD ARIYANTO

D 100 110 113

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Aliem Sudjatmiko, M.T

NIK. 785

HALAMAN PENGESAHAN

**TINJAUAN KINERJA BETON DENGAN PEMANFAATAN BAHAN PENGGANTI
TULANGAN MENGGUNAKAN PERKUATAN BAJA RINGAN KANAL C**

OLEH

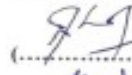
ACHMAD ARIYANTO

D 100 110 113

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Pada hari Selasa, 06 Februari 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1. Ir. Aliem Sudjarmiko, M.T.  (.....)
(Ketua Dewan Penguji)
2. Budi Setiawan, S.T., M.T.  (.....)
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Suhendro Trinugroho, M.T.  (.....)
(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 06 Februari 2018

Penulis



ACHMAD ARIYANTO

D 100 110 113

TINJAUAN KINERJA BETON DENGAN PEMANFAATAN BAHAN PENGGANTI TULANGAN MENGGUNAKAN PERKUATAN BAJA RINGAN KANAL C

Abstrak

Penelitian ini sering dijumpai suatu bangunan yang sudah selesai dibangun kemudian terjadi sebuah perubahan keperuntukan atau fungsi dari bangunan yang sudah jadi tersebut. Permasalahan yang timbul adalah struktur yang ada tidak mampu menahan beban yang lebih besar. Oleh sebab itu perlu penambahan material untuk menambah kekuatan strukturnya, dalam hal ini ditekankan pada penambahan perkuatan pada struktur beton bertulang. Didalam penelitian ini dipilih baja ringan yang digunakan untuk penambahan perkuatan beton bertulang. Baja ringan merupakan baja mutu tinggi yang memiliki sifat ringan dan tipis, namun memiliki fungsi setara dengan baja konvensional. Semakin berkembangnya variasi material pada balok beton bertulang maka dilakukan penelitian penambahan perkuatan lentur balok bertulang dengan penambahan baja ringan yang dipasang disisi bawah balok beton bertulang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar penambahan perkuatan lentur balok beton bertulang yang dilapisi baja ringan yang tulangannya menggunakan baja ringan. Pengujian yang dilakukan antara lain : uji kuat tekan beton dan uji lentur beton bertulang. Hasil dari penelitian ini adalah penambahan baja ringan pada balok beton bertulang mampu menahan beban mencapai retak awal sebesar rata-rata secara experiment balok A sebesar 20,667 kN, balok B sebesar 22,000 kN dan balok C sebesar 22,000 kN sedangkan nilai retak awal secara teoritis diperoleh pada balok A sebesar 10,205 kN, balok B sebesar 10,205 kN dan balok C sebesar 10,205 kN.

Kata Kunci : balok beton, baja ringan, kuat lentur.

Abstract

This research is often found in a building that has been completed and then a change in function or function of the finished building has occurred. The problem that arises is that the existing structure is unable to withstand greater loads. Therefore, it is necessary to add material to increase the strengthening of the structure, in this case emphasized on the addition of reinforcement in reinforced concrete structures. In this study selected mild steel used for reinforcing reinforced concrete. Light steel is high quality steel that has light and thin properties, but has a function equivalent to conventional steel. The more variety of material developed in reinforced concrete beams, then the research of the addition of reinforced beam reinforcement with the addition of mild steel is installed on the underside of reinforced concrete beams. This study aims to find out how much the addition of flexural reinforcement of reinforced concrete beams coated with mild steel with reinforcement using mild steel. The tests carried out included: concrete compressive strength test and reinforced concrete bending test. The results of this study are the addition of mild steel on reinforced concrete beams capable of withstanding the load reaching the initial crack of an experimental average of A beam of 20,667 kN, beam B of 22,000 kN and beam C of 22,000 kN while the initial crack value is theoretically obtained on beam A amounting to 10.205 kN, beam B is 10.205 kN and beam C is 10.205 kN

Keywords : concrete beam, light steel, strong bending.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kerusakan yang banyak terjadi di Indonesia ketika gempa terjadi yaitu pada bangunan yang sederhana. Pada dasarnya bangunan sederhana hanya terdiri dari kolom praktis, balok, dan dinding. Namun, fungsi balok yang berguna untuk menyangga lantai yang terletak di atasnya. Selain itu, balok juga dapat berperan sebagai penyalur momen menuju ke bagian kolom bangunan. hanya sebagai komponen non struktural yang mengakibatkan pengaruh kekuatan dan kekakuan balok sering tidak diperhitungkan dalam suatu perencanaan bangunan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diambil rumusan masalah, yaitu besar pengaruh pemasangan baja ringan disisi tengah pengganti tungan balok beton bertulang terhadap kekuatan lentur terhadap daya dukung beton bertulang dan Seberapa besar kuat lentur beton ringan dengan menggunakan tulangan baja.

Seberapa besar kuat lentur beton ringan dengan menambahkan tulangan baja ringan kanal C untuk perkuatan dalam balok.

1.3 Tujuan Penelitian

penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat lentur dan lendutan dari balok dengan tulngan baja ringan kanal C dan Menganalisis kuat lentur balok dan lendutan balok dengan tulangan baja ringan kanal C.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan baru kepada masyarakat tentang variasi bahan material yang digunakan pada balok beton bertulang. Mengoptimalkan potensi dari tulangan baja ringan. Dapat digunakan sebagai alternatif balok dengan tulangan pengganti yang kuat terhadap lentur. Pengetahuan baru dan bukti yang nyata tentang penggunaan balok dengan tulangan baja ringan kanal C yang memiliki bisa digunakan sebagai bahan bangunan.

1.5 Batasan Masalah

Adanya bahan dan batasan penelitian dapat dirinci sebagai berikut:

- 1). Semen dipakai yaitu semen *Portland* dengan merk *Holcim*.
- 2). Agregat halus pasir yang berasal dari Kaliworo, Klaten.
- 3). Agregat kasar kerikil yang berasal dari Kaliworo, Klaten.
- 4). Air yang dipakai dari Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 5). Nilai f_{as} diambil 0,48.
- 6). Bahan baja ringang kanal C.
- 7). Uji kuat lentur balok tanpa perkuatan (*bracing*) dengan ukuran (15 x 20 x 120) cm sejumlah 3 buah.
- 8). Uji kuat lentur balok tulangan memanjang dengan ukuran (15 x 20 x 120) cm sejumlah 3 buah.
- 9). Perencanaan adukan beton menggunakan metode SK.SNI.03-2834-2000.
- 10). Pengujian dilakukan setelah umur sampai 28 hari.
- 11). Pengujian kuat tekan dan kuat lentur di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 12). Baja ringan yang dipakai adalah produksi *galvatruss* dengan ukuran C.75.75 (75 mm x 0,75 mm TCT).

1.6 Tinjauan Pustaka.

1.6.1 Pengertian Beton

Struktur bangunan yang digunakan dari campuran *portland*, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), tulangan dan air. *portland* dan air setelah bertemu akan bereaksi. Butir-butir semen *portland* reaksi dengan air agar gelembung yang dalam berapa hari jadi keras dan saling melekat. Agregat (kerikil dan pasir) tidak mengalami proses kimia, melainkan hanya sebagai bahan pengisi, yaitu bahan yang dilekatkan. Balok beton bertulang mempunyai kelebihan kuat tarik dan kuat lentur dibandingkan balok.

1.6.2 Bahan Penyusun Beton

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (pasir dan kerikil) sekitar 60% - 75%. Pencampuran bahan-bahan tersebut menghasilkan suatu adukan yang mudah dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan, karena adanya hidrasi semen oleh air maka adukan tersebut akan mengeras dan mempunyai

kekuatan untuk memikul beban. Untuk mendapatkan beton dengan kualitas yang lebih baik, maka sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusunnya harus diperhatikan dengan teliti.

1.6.3 Tulangan Baja

Tulangan Baja merupakan material yang mempunyai kekuatan tarik tinggi. Baja penguat atau baja memikul gaya tarik maupun gaya tekan, kekuatan lelehnya lebih sepuluh kali dari kekuatan tekan struktur beton yang umum, atau seratus kali dari kekuatan tariknya. Sebaliknya baja tulangan merupakan material yang mahal harganya apabila dibandingkan dengan beton. Kedua material tersebut dapat digunakan sebaik-baiknya dalam suatu kombinasi dimana beton berfungsi untuk memikul tegangan tekan sedang baja berfungsi memikul tegangan tarik (Winter dan Arthur, 1993)

1.6.4 Baja Ringan (*Cold Frame*)

Profil struktur baja ringan adalah komponen yang berkualitas structural dari lembaran baja yang dibentuk model tertentu dengan proses *press-braking* atau *roll forming*. Suhu tidak diperlukan dalam proses pembentukan, oleh sebab itu disebut *cold-formed*. Biasanya baja *cold-formed* merupakan komponen yang tipis, ringan, mudah untuk diproduksi, dan murah dibandingkan baja *hot-rolled* (Mutawalli, 2007).

1.7 Landasan Teori

1.7.1 Kuat Tarik Baja

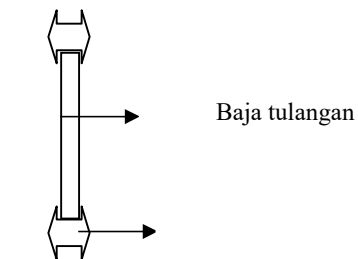
Faktor yang mempengaruhi tarik adalah jenis material dan dimensi, hingga perbedaan kuat leleh dan diameternya bisa bedakan momen yang akan berubah. Data diperoleh dari tarik adalah kuat leleh. Untuk menghitung tegangan leleh dan tegangan maksimal dari baja dapat dicari dengan rumus :

$$f_y = P_{leleh} / A \quad \text{dan} \quad f_{maks} = P_{maks} / A \dots\dots\dots (1)$$

Dengan, P_{maks} : kuat tarik putus baja (N)

P_{leleh} : Kuat leleh baja (N)

f_{maks} : Tegangan maksimal baja (MPa)



Gambar 1. Uji kuat tarik baja.

1.7.2 Kuat Tekan Beton

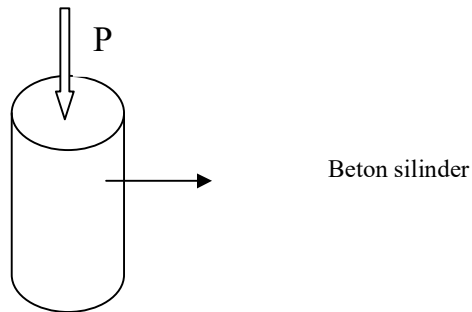
Faktor air semen, sifata gregat, umur, dan perawatan (Tcokrodimuljo, 1996).Kuat tekan diperoleh dengan benda pengujian silinder berdiameter 15 x 30 cm yang saat ditekan pada sisi yang berbentuk lingkaran. Dengan menggunakan rumus ialah.

$$P_{maks} / A \dots\dots\dots(2)$$

Debgan, f'_c : Kuat tekan beton (Mpa)

P_{maks} : Beban tekan maksimum (N)

A : Luas penampang silinder beton (mm²)



Gambar 2. Uji kuat tekan beton silinder.

1.7.3 KuatLentur Beton / *Moduluss of Rupture*

Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam MPa gaya tiap satuan luas. Besar kuat lentur dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$\sigma_{lentur} = 3PL/2bh^2 \dots\dots\dots(3)$$

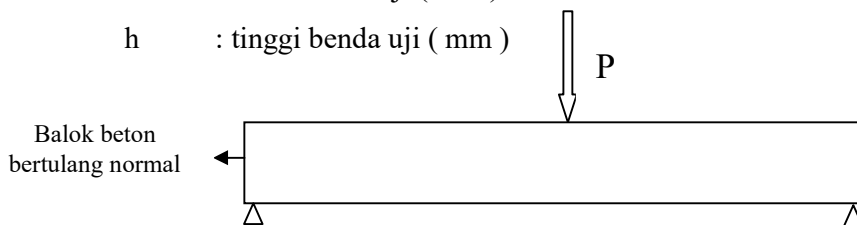
Dengan, σ_{lentur} : kuat lentur (MPa)

P : beban maksimum (N)

L : panjang bentang (mm)

B : lebar benda uji (mm)

h : tinggi benda uji (mm)



Gambar 3. Uji kuat lentur balok beton bertulang normal

1.7.4. Perhitungan Tulangan Balok Beton Bertulang

1) Hitungan momen nominal :

1a) Menentukan nilai $\rho_{\min}$

a) $\rho_{\min} = \sqrt{f'c} / (4 \cdot f_y) \dots\dots\dots(4)$

b) $\rho_{\min} = 1,4 / f_y \dots\dots\dots(5)$

c) Dipakai $\rho_{\min}$ yang terbesar $\dots\dots\dots(6)$

1b) Menentukan diameter tulangan longitudinal

a) $A_{smin} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots(7)$

b) $n = A_{smin} / (1/4 \cdot \pi \cdot D^2) \dots\dots\dots(8)$

c) $A_s = A'_s \dots\dots\dots(9)$

1c) Kontrol tulangan longitudinal

a) $a_{\min \text{ leleh}} = (600 \cdot \beta \cdot d_s') / (600 - f_y) \dots\dots\dots(10)$

b) $a = ((A_s - A'_s) \cdot f_y) / (0,85 \cdot f_c \cdot b) \dots\dots\dots(11)$

c) $a < a_{\min \text{ leleh}}$ (maka tulangan tekan belum leleh) $\dots\dots\dots(12)$

1d) Kontrol tulangan tekan untuk mencari nilai a

a) $p = (600 \cdot A_s' - A_s \cdot f_y) / (1,7 \cdot f_c' \cdot b) \dots\dots\dots(13)$

b) $q = (600 \cdot \beta \cdot d_s' \cdot A_s) / (0,85 \cdot f_c \cdot b) \dots\dots\dots(14)$

c) $a = (\sqrt{p^2 + q}) - p \dots\dots\dots(15)$

1e) Momen nominal (M_n)

Karena tulangan tekan belum leleh, dihitung tegangan tulangan tekan f_s'

a) $f_s' = ((a - \beta \cdot d_s') \cdot 600) / a \dots\dots\dots(16)$

b) $M_{nc} = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \cdot (d - a/2) \dots\dots\dots(17)$

c) $M_{ns} = A_s' \cdot f_s' \cdot (d - d_s) \dots\dots\dots(18)$

d) $M_n = M_{nc} + M_{ns} \dots\dots\dots(19)$

1f) Menghitung beban ultimate

a) $M_n = 1/4 \cdot P \cdot L$

$P = 4 \cdot M_n / L \dots\dots\dots(20)$

1.7.5 Perhitungan Teoritis Beban Retak Awal Balok Beton Bertulang

Perhitungan analisis beban retak awal dilakukan dengan menggunakan SNI 2847-2013. Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

1) Menghitung nilai n

$$a) E_s = \dots\dots\dots (21)$$

$$b) E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'c} \dots\dots\dots (22)$$

$$c) n = E_s / E_c \dots\dots\dots (23)$$

2) Menghitung $I_{transformasi}$

$$I_{trans} = 1/12 \cdot b \cdot h^3 + 4 \cdot (1/4 \cdot \pi \cdot D^2) \cdot (1/2 h)^2 \cdot (n-1) \dots\dots\dots (24)$$

3) Menghitung modulus of repture

$$MOR = 0,62 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c} \dots\dots\dots (25)$$

4) Menghitung beban retak awal

$$MOR = (1/4 \cdot P_{retak} \cdot L \cdot 1/2 d) / I_{transformasi}$$

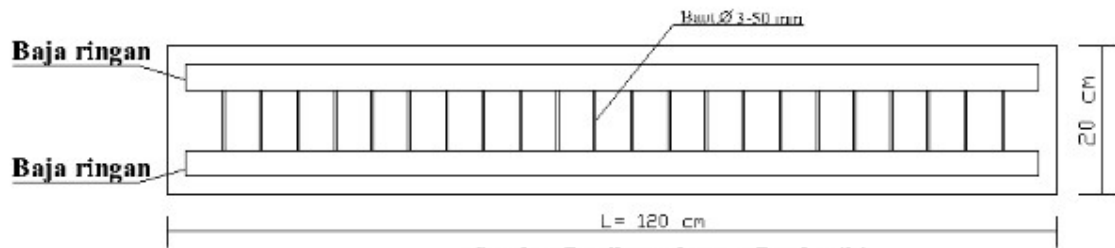
$$P_{retak} = (4 \cdot MOR \cdot I_{transformasi}) / (L \cdot 1/2 d) \dots\dots\dots (26)$$

2. METODE

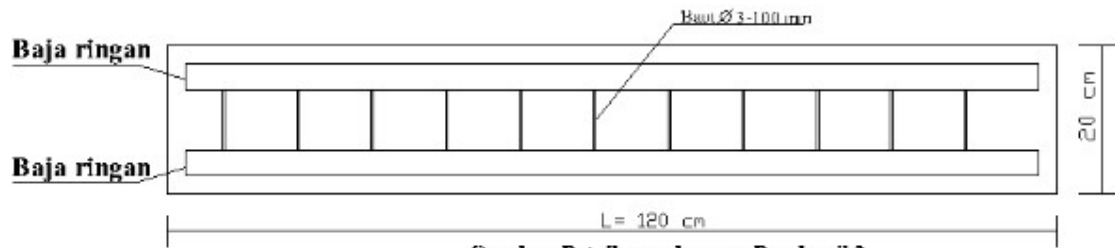
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu dengan melakukan percobaan langsung untuk mendapatkan hasil yang berhubungan dengan variabel yang diteliti. Variabel penelitian diuraikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Variasi jenis dan jumlah benda uji.

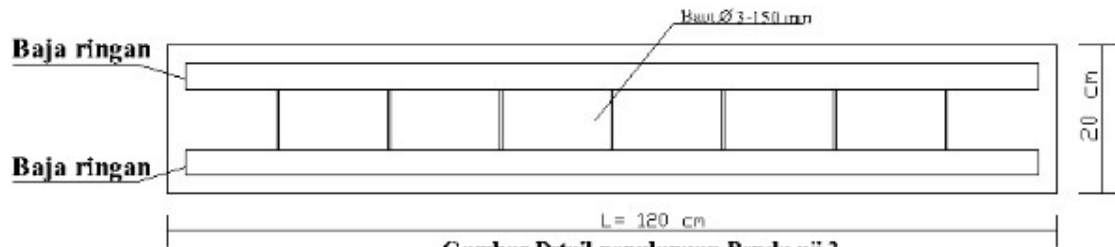
Benda Uji	Pengujian	Variasi	Ukuran	Jumlah
			(mm)	
Silinder	Kuat Tekan	Silinder Beton	(D = 150) x (T = 300)	3
Balok A	Kuat Lentur	Baja Ringan + Baut $\varnothing$ 50 mm	150 x 200 1200	3
Balok B	Kuat Lentur	Baja Ringan + Baut $\varnothing$ 100 mm	150 x 200 1200	3
Balok C	Kuat Lentur	Baja Ringan + Baut $\varnothing$ 150 mm	150 x 200 1200	3



Gambar Detail penulangan Benda uji 1

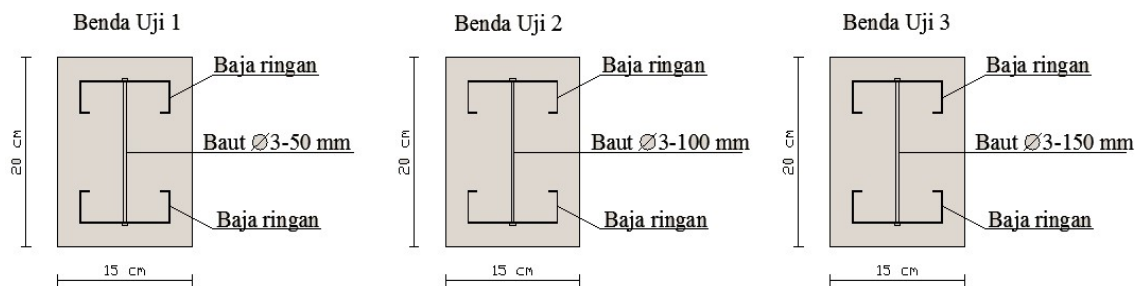


Gambar Detail penulangan Benda uji 2



Gambar Detail penulangan Benda uji 3

Gambar 4. Detail melintang balok beton bertulang.



Gambar 5. Detail penulangan balok beton bertulang.

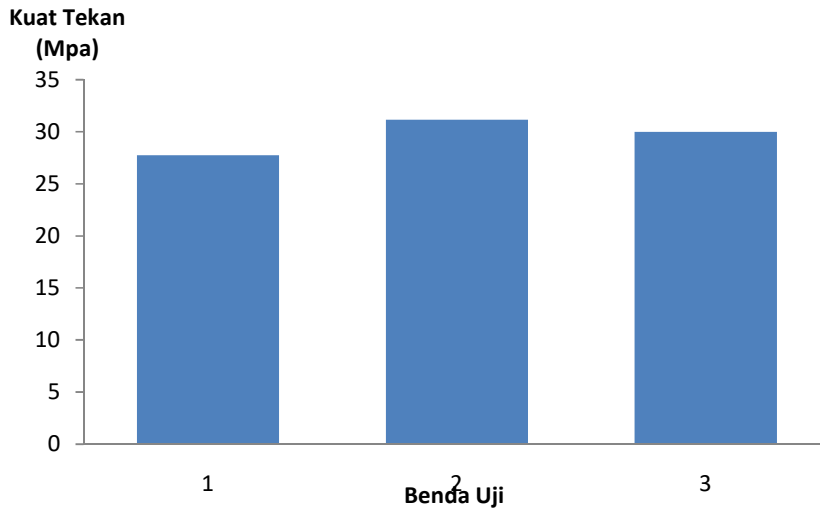
3.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil uji Kuat Beton

Kuat tekan beton menyebabkan oleh kekuatan bahan penyusun dan lekatan pada pasta semen yang melekat pada agregat. Hasil dapat melihat tabel 2

Tabel 2. Hasil pengujian kuat tekan beton.

NO	Benda Uji	P_{Maks}	P_{Maks}	Luas Penampang (mm^2)	Kuat Tekan Maks (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
		(KN)	(N)			
1.	I	490	490000	17662,5	27,74239207	29,63
2.	II	550	550000	17662,5	31,13941967	
3.	III	530	530000	17662,5	30,00707714	



Grafik 1. Perbandingan kuat tekan beton.

Data hasil uji kuat tekan beton silinder diperoleh kuat tekan (f'_c) rata adalah 29,63 MPa, sedangkan kuat tekan (f'_c) rencana adalah 25 MPa. Selisih antara kuat tekan rata-rata hasil pengujian dan kuat tekan rencana adalah 4,63 MPa.

3.2 Hasil Pengujian Kuat Lentur

3.2.1 Analisis kekakuan balok

1) Analisis kekakuan teoritis. Analisis kekakuan secara teoritis dapat ditentukan dengan menggunakan grafik, dengan cara membaca grafik hubungan antara beban retak awal dan lendutan. Kekakuan diperoleh dengan cara membagi panjang garis D_y dengan garis D_x . Grafik hubungan antara beban dan lendutan ditunjukkan dalam lampiran dan hasil perhitungan analisis kekakuan secara teoritis bisa dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis kekakuan secara teoritis.

No	Benda Uji	L (mm)	Ec MPa	I teoritis (mm ⁴)	kekakuan Teoritis (N/mm)	kekakuan Rata-rata (N / mm)	kekakuan Rata-rata (KN / mm)	Prosentase (%)
1.	05-Jan	1000	25583,72	101601863	124768,97	124768,97	124,769	100%
2.	05-Feb	1000	25583,72	101601863	124768,97			
3.	05-Mar	1000	25583,72	101601863	124768,97			
4.	10-Jan	1000	25583,72	101601863	124768,97	124768,97	124,769	100%
5.	10-Feb	1000	25583,72	101601863	124768,97			
6.	10-Mar	1000	25583,72	101601863	124768,97			
7.	15-Jan	1000	25583,72	101601863	124768,97	124768,97	124,769	100%
8.	15-Feb	1000	25583,72	101601863	124768,97			
9.	15-Mar	1000	25583,72	101601863	124768,97			

Dari hasil analisis kekakuan balok menggunakan metode kekakuan secara teoritis menunjukkan nilai kekakuan balok 5 sebesar 124,769KN/mm, balok 10 sebesar 124,769KN/mm dan untuk balok 15 sebesar 124,769KN/mm .dapat disimpulkan bahwa nilai kekakuan balok 5,10 dan 15 (balok yang menggunakan tulangan baja ringan kanal C) mempunyai nilai kekakuan rata rata sama.

2) Analisis kekakuan eksperimen. Analisis kekakuan secara eksperimen diperoleh dari data eksperimen, dengan cara membagi beban retak awal dengan lendutan. Hasil analisis perhitungan kekakuan secara eksperimen dapat dilihat tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis kekakuan secara eksperimen.

No	Benda Uji	P _{retak awal} (KN)	Lendutan (mm)	Kekakuan Eksperimen (KN/mm)	Kekakuan Rata-rata (KN / mm)	Prosentase (%)
1.	05-Jan	18	1,42	12,676	9,675	409%
2.	05-Feb	20	2,05	9,756		
3.	05-Mar	24	3,64	6,593		
4.	10-Jan	20	9,56	2,092	2,363	82,65%
5.	10-Feb	24	8,21	2,923		
6.	10-Mar	22	10,61	2,074		
7.	15-Jan	22	4,57	4,814	2,859	100%
8.	15-Feb	20	10,49	1,907		
9.	15-Mar	24	12,93	1,856		

Dari hasil analisis kekakuan balok menggunakan metode kekakuan secara experiment menunjukkan nilai kekakuan balok 5 sebesar 9,675 KN/mm, balok 10 sebesar 2,363 KN/mm dan untuk balok 15 sebesar 2,859 KN/mm. dapat disimpulkan bahwa nilai kekakuan balok 5 (balok yang menggunakan tulangan baja ringan) mempunyai nilai kekakuan rata rata yang paling terbesar di bandingkan dengan nilai kekakuan balok B (balok yang menggunakan tulangan baja ringan variasi jarak baut 10cm) dan balok C (balok yang menggunakan tulangan baja ringan variasi jarak baut 15cm),

sehingga tulangan pengganti menggunakan baja ringan sangat cocok untuk struktur bangunan terutama balok dan struktur utama lainnya.

3.2.2 Analisis retak awal

Pada penelitian ini dilakukan pengujian beban retak awal pada balok 5 (balok yang menggunakan tulangan baja ringan) , balok 10 (balok yang menggunakan tulangan baja ringan dengan variasi jarak baut 10cm) dan balok 15 (balok yang menggunakan tulangan baja variasi jarak baut 15cm) .penelitian ini menggunakan 2 metode analisis pada balok untuk dibandingkan meliputi metode secara teoritis dan metode secara eksperimen, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada halaman lampiran dan tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan beban retak awal secara teoritis dan eksperimen.

Benda Uji	<i>MOR</i> teoritis (MPa)	Pretak teoritis (KN)	Pretak eksperimen (KN)	Pretak eksperimen rata-rata (KN)	Prosentase (%)
05-Jan	3,375	10,315	18	20,667	94%
05-Feb			20		
05-Mar			24		
10-Jan		10,315	20	22	100%
10-Feb			24		
10-Mar			22		
15-Jan		10,315	22	22	100%
15-Feb			20		
15-Mar			24		

Dari hasil tabel di atas ditunjukkan bahwa nilai Mor (Modulus of Repture) pada balok 5 , 10 dan 15 mempunyai nilai yang sama yaitu 3,375 Mpa . Nilai beban retak teoritis balok 5 sebesar 10,315 KN , balok 10 sebesar 10,315 KN , dan untuk balok 15 sebesar 10,315 KN. pada retak experiment rata ratanya di peroleh nilai balok 5 sebesar 20,667 KN, nilai 10 sebesar 22,000 KN dan untuk balok 15 sebesar 22,000 KN. sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai P rata rata balok 5 lebih besar di bandingkan dengan balok 10 dan balok 15, dan nilai P rata rata balok 15 sama dengan balok 10. jadi balok yang menggunakan tulangan dari baja ringan memang sangat efektif dan mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan tulangan konvensional.

3.2.3 Analisis beban ultimate

Perhitungan beban ultimate secara lengkap telah ditunjukkan dalam lampiran, sedangkan hasil perhitungannya dapat melihat Tabel 5.

Tabel 5. Hasil hitungan baban ultimate secara teoritis dan eksperimen.

No	Benda Uji	Mn teoritis (KNm)	P _{ultimate} teoritis (KN)	P _{ultimate} eksperimen (KN)	P _{ultimate} eksperimen rata-rata (KN)	Prosentase (%)
1	5 - 1	9,962	39,848	62	62,67	112%
2	5 - 2			58		
3	5 - 3			68		
4	10 - 1			54	56,67	101,19%
5	10 - 2			62		
6	10 - 3			54		
7	15 - 1			48	56,00	100%
8	15 - 2			44		
9	15 - 3			46		

Dari tabel di atas , diperoleh nilai beban ultimate dengan menggunakan metode eksperimen memiliki nilai lebih besar dibandingkan dengan beban ultimate dengan menggunakan metode teoritis. nilai beban ultimate teoritis 5,10 dan 15 nilainya sama sebesar 9,962Mpa sedangkan beban ultimate eksperimen nilai yang didapat sama sebesar (balok 5 sebesar 39,848 Mpa , balok 10 sebesar 39,848Mpa dan balok 15 sebesar 39,848 Mpa). Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai beban ultimate dengan menggunakan tulangan dari baja ringan mempunyai nilai yang lebih besar dibandingkan dengan beban ultimate tulangan dari baja ringan maka lebih efektif di jadikan pengganti tulangan.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan sehingga didapat data :

- 1) Dari hasil uji silinder didapatkan angka kuat tekan rata 29,63 Mpa dan berat jenis angka 2208,926 kg/m³.
- 2) Dari hasil pengujian balok beton bertulang dapat disimpulkan bahwa nilai kekakuan rata-rata secara teoritis pada balok A sebesar 124,769 kN/mm,s sedangkan balok B sebesar 124,769 kN/mm dan balok C sebesar 124,769 kN/mm. Sedangkan nilai kekakuan rata-rata secara experiment diperoleh balok A sebesar 9,675 kN/mm, balok B sebesar 2,363 kN/mm dan balok C 2,859 kN/mm.
- 3) Dari hasil pengujian balok beton bertulang dapat disimpulkan bahwa nilai retak awal rata-rata secara experiment balok A sebesar 20,667 kN, balok B sebesar 22,000 kN dan balok C sebesar

22,000 kN sedangkan nilai retak awal secara teoritis diperoleh pada balok A sebesar 10,315 kN, balok B sebesar 10,315 kN dan balok C sebesar 10,315 kN.

- 4) Dari hasil pengujian balok beton bertulang dapat disimpulkan bahwa nilai beban ultimate rata-rata secara teoritis pada balok A sebesar 39,848 kN, balok B sebesar 39,848 kN dan balok C sebesar 39,848 kN dan nilai momen nominalnya sebesar 9,962 kN/m. Sedangkan nilai retak awal rata-rata secara experiment diperoleh pada balok A sebesar 62,67 kN, balok B sebesar 56,67 kN dan balok C sebesar 56,00 kN.
- 5) Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa kinerja balok A memiliki keunggulan dibandingkan balok B dan balok C menahan beban *ultimate* dalam jumlah yang lebih besar.

4.2 Saran

Dari hasil penelitian ini diberikan saran agar dapatk hasilnya lebih yang maksimal, antara lain:

- 1) Sehingga dibuat bekisting yang kuat dan akurat agar pada saat penuangan.
- 2) Pada saat pengujian kuat lentur dengan menggunakan alat uji UTM (*Universal Testing Machine*), diseting terlebih dahulu secara teliti agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal.
- 3) Pada saat pengujian kuat lentur balok beton bertulang, pemasangan alat *dial gauge* sebaiknya lebih maksimal agar hasil nilai kekakuan balok beton bertulang lebih valid dan maksimal
- 4) Untuk mendapatkan hasil penelitian yang valid, sebaiknya alat uji kuat lentur dan kuat tekan dikalibrasi minimal satu kali dalam satu tahun.
- 5) Pada saat pencampuran dan pengecoran beton pada bekisting, campuran beton sebaiknya dilakukan penumbuk kan sehingga campuran beton dapat terisi secara menyeluruh pada tulangan baja ringannya dan menghasilkan kekuatan yang lebih valid lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM E-564.2001 *Standard Practice for Static Load Test for Shear Resistance of Framed Wall for Building*. ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, WestConshohocken, PA 19428-2959, United States.
- Andreas, 2012, *Sudi Eksperimental Balok Komposit Baja Ringan Dengan Baok Beton Bertulang*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Asroni, A., 2015, *Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847 – 2013*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Mutawalli, M., 2007, *Stabilitas Sambungan Struktur Baja Ringan SMART FRAME Type-T Terhadap Beban Siklik Pada Rumah Sederhana Tahan Gempa*, Tesis Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nawy, E.G., 1990, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Eresco, Bandung.
- SNI 2847 – 2013, *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan jakarta*.
- Tjokrodimuljo, K., 1995. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Winter, G. Dan Nilson, A.H., 1993, *Perencanaan Beton Bertulang*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- www.dokumen.tips/documents/spesifikasi-baja-ringan.html
- Yu, W. W., 1991, *Cold-formed Steel Design*, John Wiley & Sons, New York.