



Pengaruh Penggunaan Limbah Baja Ringan Terhadap Uji Lentur pada Balok Beton

Rio Agustian W¹, Eko Walujodjati²

Jurnal Konstruksi
Institut Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

¹1711076@itg.ac.id
²eko.walujodjati@itg.ac.id

Abstrak – Beton ialah campuran agregat halus atau agregat kasar, semen dan air. Campuran ini kemudian membentuk massa berbatu. Dalam beberapa kasus, satu ataupun lebih bahan aditif digabungkan guna membuat beton agar sifat khusus yang meningkatkan kemampuan kerja, daya tahan, dan waktu pengerasan. Beton memiliki tekan yang tinggi tetapi memiliki lentur yang rendah, untuk itu perlunya bahan tambahan yang bertujuan untuk meningkatkan kuat lentur. Penggunaan bahan tambahan pada teknologi beton telah lama dikembangkan. Beton memiliki kuat lentur 8% - 15% dari kuat tekan. Beberapa usaha diperlukan untuk meningkatkan kuat lentur. Salah satunya adalah dengan menambahkan bahan tambahan yaitu potongan dari baja ringan. Tujuan dari riset ini yaitu mengetahui pengaruhnya penambahan baja ringan dengan berbagai variasi terhadap kuat lentur. Metode dipakai dalam riset ini yaitu eksperimen yaitu penambahan potongan limbah baja ringan kedalam adukan beton dengan variasi 1%, 3%, dan 5% dari berat agregat kasar. Pada beton normal dibuat masing-masing 3 buah sampel dan untuk beton dengan substitusi baja ringan dibuat masing-masing 2 sampel, sehingga total keseluruhan yaitu 18 benda uji untuk nilai rencana 25 Mpa. Berdasarkan dari hasil pengujian kuat lentur balok beton setelah perlakuan 28 hari, simpangan dari 0% sebesar 4 MPa dan simpangan dari 1% sebesar 3,75. Penyimpangan MPa, 3% adalah penyimpangan dari 3,75 Mpa, 5,5 Mpa sampai 5%. Campuran 0% hingga 1% limbah baja struktural berkurang 0,06%, variasi campuran 1% hingga 3% tidak bertambah atau berkurang, tetapi variasi 3% hingga 5% meningkat atau menurun. meningkat 0,46%. Mengenai kekuatan lentur, 5,5 MPa adalah yang tertinggi karena variasi paduan baja ringan berumur 28 hari.

Kata Kunci – Beton Normal; Campuran Beton; Eksperimen; Kuat Lentur Beton; Potongan Baja Ringan.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pesatnya perkembangan pembangunan selama ini menyebabkan peningkatan permintaan akan kebutuhan khusus. Oleh karena itu, banyak inovasi yang dilakukan pada campuran beton sebagai perkuatan struktur [1]. Beton merupakan material bangunan banyak dipakai berbagai elemen arsitektur misalnya kolom, balok dan pelat. Karakteristik beton adalah kuat tekan yang tinggi, kekakuan, dan konduktivitas listrik yang rendah, dan beton banyak digunakan untuk desain struktur [2]. Beton juga terdiri dari berbagai material contohnya semen, pasir, kerikil dan air [3]. Daya tekan tinggi tetapi daya tarik rendah merupakan masalah nantinya memerlukan pengembangan dan perbaikan terus-menerus. Oleh karena itu, diperlukan alternatif yang ramah lingkungan

dan bernilai ekonomi yang membantu mengekang peningkatan pemanasan global.

Komposit hanyalah variasi dua atau lebih material berbeda, karena mereka berasal dari kata kerja "menyusun", yang berarti "menggabungkan" atau "menggabungkan". Komposit adalah hasil penggabungan dua atau lebih komponen berbeda untuk memperoleh sifat ataupun fisik dan mekanik lebih unggul dari tiap komponen [4]. Secara umum, struktur komposit adalah kombinasi dari beton dan baja, seperti beton dan tulangan, beton dan baja struktural. Material komposit dipakai untuk riset yaitu limbah baja struktural. Dengan memakai bagian struktural kecil yang dibuang, limbah yang tidak terpakai bahkan ramah terhadap lingkungan diharapkan bisa menjadi solusi. Baja dengan kuat tarik tinggi sangat efektif bila dikombinasikan dengan beton dengan kuat tarik rendah.

Rumusan masalah yang menjadi tolak ukur dalam penelitian;

1. Berapa kuat lentur maksimum beton setelah adanya campuran limbah baja ringan dengan variasi 1%, 3%, dan 5%?
2. Bagaimana pengaruh limbah baja ringan terhadap kuat lentur beton apabila dibandingkan dengan beton biasa?
3. Berapa kuat lentur balok beton dengan campuran limbah baja ringan?

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui kuat lentur maksimum beton dengan menggunakan campuran limbah baja ringan dengan variasi 1%, 3%, dan 5%.
2. Mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan limbah baja ringan dalam campuran beton itu sendiri, dan perbandingan kuat lentur dengan beton tanpa campuran limbah baja ringan.
3. Mengetahui seberapa kuat lentur balok beton dengan campuran limbah baja ringan.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Beton

Beton adalah campuran pasir, kerikil, semen dan air. Campuran ini kemudian membentuk massa berbatu. Dalam beberapa kasus, bahan aditif ditambahkan untuk membuat beton dengan sifat khusus yang meningkatkan kemampuan kerja, daya tahan, dan waktu pengerasan [5].

Campuran dengan menggunakan bahan lain yang sejenis dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kualitas beton apabila dicampur dengan bahan lainnya. Beton dibuat dengan mengadukan semen, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambah. Bahan cetakan beton diaduk sampai homogen dengan komposisi tertentu untuk membentuk adukan plastik, sehingga mudah dituangkan kedalam bentuk apa pun dan dicetak. Perbandingan campuran bahan susun diurutkan dari ukuran partikel terkecil (lunak) hingga ukuran partikel terbesar: semen, pasir, kerikil. Oleh karena itu, jika campuran pada beton menggunakan komposisi 1: 2: 3, variasi beton yaitu 1 semen, 2 pasir, dan 3 kerikil [6].

B. Jenis – Jenis Beton

Beberapa jenis beton yang banyak digunakan untuk konstruksi bangunan diantaranya [7]:

1. Beton Mortar
Salah satu jenis beton yang secara umum digunakan dalam konstruksi bangunan adalah beton mortar. Jenis beton yang satu ini adalah campuran dari air, pasir dan mortar. Bagian mortar biasanya menggunakan jenis lumpur, kapur atau semen. Pada beton ini dipasang anyaman dari tulangan baja atau yang disebut dengan ferro cement. Biasanya anyaman dipasang di bagian dalam.
2. Beton Non Pasir
Selanjutnya beton non pasir adalah campuran dari air, semen dan kerikil. Tidak ada campuran pasir sama sekali dalam pembuatan beton yang satu ini. Dengan tidak adanya pasir maka akan terbentuk rongga-

rongga diantara kerikil tersebut. Biasanya beton jenis ini banyak digunakan untuk struktur bangunan yang ringan saja. Misalnya untuk bata beton, dinding sederhana, atau bahkan buis beton.

3. Beton Ringan

Bobot dari beton yang satu ini memang sangat ringan dan biasanya sebagian orang membuat beton ini dengan tambahan elemen sehingga bisa membentuk gelembung- gelembung udara. Mengingat ini merupakan beton ringan, maka pengaplikasiannya juga hanya pada area-area yang ringan saja seperti pada dinding non struktur.

4. Beton Bertulang

Kemudian untuk beton bertulang ini dibuat dengan menggunakan campuran tulangan dari baja. Dengan tambahan tulangan pada beton maka hal ini akan menambahkan kekuatan pada beton yang lebih kokoh. Untuk beton tulangan biasanya digunakan pada bagian jalan, kolom bangunan, jembatan, pelat lantai bangunan dan lain sebagainya.

5. Beton Hampa

Untuk beton hampa tentu saja dilakukan dengan cara menyedot air pengencer adukan pada beton. Biasanya menggunakan alat vacuum yang khusus. Bisa dibilang bahwa beton ini sangat kuat karena air yang tersisa hanya merupakan air yang sudah bereaksi dengan semen saja. Biasanya beton ini diaplikasikan untuk bangunan-bangunan tinggi.

6. Beton Massa

Beton massa biasanya dibuat dengan sangat banyak sesuai dengan kebutuhan. Biasanya beton massa memiliki dimensi ukuran diatas 60cm. Digunakan untuk pembuatan bendungan, pilar bangunan dan pondasi bangunan.

7. Beton Pra Cetak

Biasanya beton ini dibuat untuk bidang konstruksi bangunan dan proyek pengerjaan seperti saluran air atau lainnya. Beton ini tentu tidak dibuat di tempat pengerjaan proyek namun dikerjakan di tempat khusus pembuatan beton.

8. Beton Pra Tegang

Pada dasarnya, pembuatan beton prategang ini mirip sekali dengan beton bertulang. Perbedaan tipis hanyalah terletak pada tulangan baja yang bakal dimasukkan ke dalam beton tersebut, di mana tulangan baja pada beton prategang harus ditegangkan terlebih dulu sebelum ditanamkan ke dalam beton. Tujuannya supaya beton yang dihasilkannya nanti tidak mengalami keretakan walaupun harus menahan beban lentur yang begitu besar. Penerapan beton pra-tegang ini juga banyak ditujukan untuk menahan atau menyangga struktur bangunan bentang lebar.

9. Beton Siklop

Beton siklop merupakan beton yang menggunakan agregat cukup besar sebagai bahan pengisi tambahannya. Ukuran penampang agregat tersebut berkisar antara 15-20 cm. Bahan ini lantas ditambahkan ke dalam adukan beton normal sehingga dapat meningkatkan kekuatannya. Beton siklop sering kali dibangun pada bendungan, jembatan, dan bangunan air lainnya. Penggunaan beton siklop mampu menghemat biaya pembuatan biaya konstruksi bangunan secara signifikan tanpa mengesampingkan kualitasnya untuk jenis bangunan-bangunan tertentu.

10. Beton Serat

Secara prinsip, beton serat dibuat dengan menambahkan serat-serat tertentu ke dalam adukan beton. Tujuannya apa? Tidak lain untuk meningkatkan kualitas dari beton yang dihasilkannya. Contoh-contoh serat yang banyak digunakan di dalam pembuatan beton serat di antaranya yaitu asbestos, plastik, kawat baja, hingga serat alami dari tumbuh-tumbuhan. Penambahan serat ini memang sengaja dimaksudkan untuk menaikkan daktilitas pada beton tersebut sehingga beton pun lebih kuat dan tidak mudah mengalami keretakan.

C. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Kelebihan dan kekurangan beton Menurut [8] adalah sebagai berikut:

1. Kelebihan Beton

- a. Mudah dicetak sesuai dengan persyaratan desain.
- b. Dapat menahan berat.
- c. Biaya perawatan rendah.

- d. Ekonomis. Ini adalah aspek yang sangat penting termasuk bahan, kemudahan pemasangan, waktu konstruksi, pemeliharaan struktural, keuletan dan banyak lagi.
 - e. Harga bisa lebih murah jika bahan pokok lokal banyak tersedia.
2. Kekurangan Beton
- a. Bentuk yang dibuat sulit diubah.
 - b. Presisi tinggi diperlukan untuk melakukan pekerjaan.
 - c. Berat.
 - d. Refleksi suara yang luar biasa.
 - e. Beton memiliki kekuatan tarik yang rendah dan mudah retak.
 - f. Beton berat dan benar-benar kedap air, sehingga air terus-menerus meresap dan air garam dapat merusak beton.

D. Sifat – Sifat Beton

Untuk mutu beton diinginkan tergantung pada persyaratan desain dan umur bangunan yang bersangkutan, maka perlu diketahui sifat-sifat beton tersebut. Beton segar atau baru dicetak adalah plastik dan mudah dibentuk. Sebaliknya jika beton keras maka cukup kuat untuk memikul beban [9]. Ciri-ciri beton segar adalah sebagai berikut:

1. Workability
Sifat ini merupakan ukuran kemudahan mengaduk, mengangkut, menginjeksi, dan mengompres suatu campuran tanpa memisahkan komponen-komponen penyusun beton. Menurut [8], workability beton adalah kemudahan dalam mengolah beton segar.
2. Bleeding
Bleeding adalah saat proses pengendapan padatan melepaskan air dari beton segar ke permukaan.
3. Segregasi
Pemisahan adalah pemisahan pasta semen dan agregat dalam campuran

E. Kuat Lentur Balok Beton

Lentur dalam balok adalah dampak berdasarkan adanya regangan yg ada lantaran adanya beban luar. Kekuatan tarik pada pada lentur yg dikenal menggunakan modulus runtuh (modulus of rupture) adalah sifat yg krusial pada memilih retak & lendutan balok. Karenanya balok dibuat wajib bisa menunda gaya desak & tarik. Berdasarkan [9] bertenaga lentur merupakan momen lentur dibagi menggunakan momen hambatan penampang benda uji yg membentuk nilai tegangan tarik. Pengujian bertenaga lentur dalam penelitian ini dilakukan menggunakan beban terpusat pada tengah betang benda uji. Pengujian bertenaga lentur pada penelitian ini dilakukan dalam umur 28 hari. Berdasarkan [10] bisa dipandang rumus buat menghitung modulus runtuh.

$$\sigma = \frac{PL}{bd^2} \quad \dots(2)$$

Dimana:

σ = Kuat Lentur (Mpa)

P = Beban maksimum (N)

L = Panjang bentang (mm)

b = Lebar specimen dibagian runtuh (mm)

d = Tinggi specimen dibagian runtuh (mm)

F. Berat Jenis

Berdasarkan berat volumenya beton dapat digolongkan menjadi tiga golongan yaitu [10]:

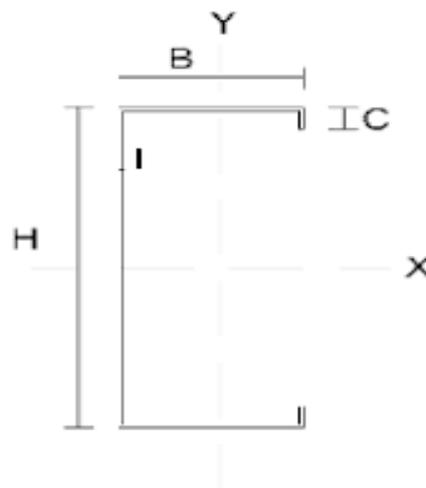
- Beton ringan yaitu berat jenis kurang dari 1900 kg/m³
- Beton biasa yaitu dengan berat jenis 2200 kg/m³ sampai 2500 kg/m³.
- Beton Berat yaitu dengan berat diatas 2500 kg/m³

G. Baja Ringan

Baja ringan struktural adalah baja canai dingin yang keras serta telah diperlakukan dengan komposisi atom dan molekul untuk membuatnya lebih fleksibel. selanjutnya, diinovasi pada 2003, teknologi tersebut pindah ke struktur atap baja ringan. Bahan dasar baja struktural adalah baja karbon. Baja karbon adalah baja yang tersusun dari unsur-unsur selain baja: 1,70 Rbon, 1,65% mangan, 0,60% silikon, dan 0,60% tembaga. Karbon ialah unsur kimia nomor atom 6 dan bilangan oksidasi 4,2, dan mangan yaitu unsur kimia nomor atom 25 dan bilangan oksidasi 7,6423. Komponen utama untuk meningkatkan kekuatan baja murni adalah karbon dan mangan[11].

Beton memiliki satu kelemahan. Dengan kata lain, ia memiliki kekuatan lentur yang rendah dan rapuh. Pada penelitian ini campuran beton dicampur dengan baja ringan CTruss, bahan atap baja ringan terbuat dari 100 g/m² seng-aluminium (AZ 100) dilapisi baja tahan karat (High Tensil) G550. Penambahan baja struktural harus meningkatkan kekuatan beton. Mutu beton yang digunakan adalah beton mutu 25MPa. Pengujian khusus meliputi kekuatan tekan dan kekuatan tarik belah. Untuk menguji tekan dan lentur, dibagi sampel berbentuk kubus tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Campuran bahan baja struktural bervariasi pada kisaran 3%, 5 n 7%[12].

Bentuk baja ringan CTruss yang dibuat dengan campuran penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 1: Penampang baja ringan C-Truss

Tabel 1: Spesifikasi Profil Baja Ringan C-Truss

	Item	Ukuran	Satuan
1	T	75	mm
2	L	35	mm
3	PB (C)	8	mm
4	T (I)	0.75	mm
5	LT	1.14	mm
6	B (W)	0.89	Kg/mm

Keterangan:

H = Tinggi profil

B = Lebar Profil

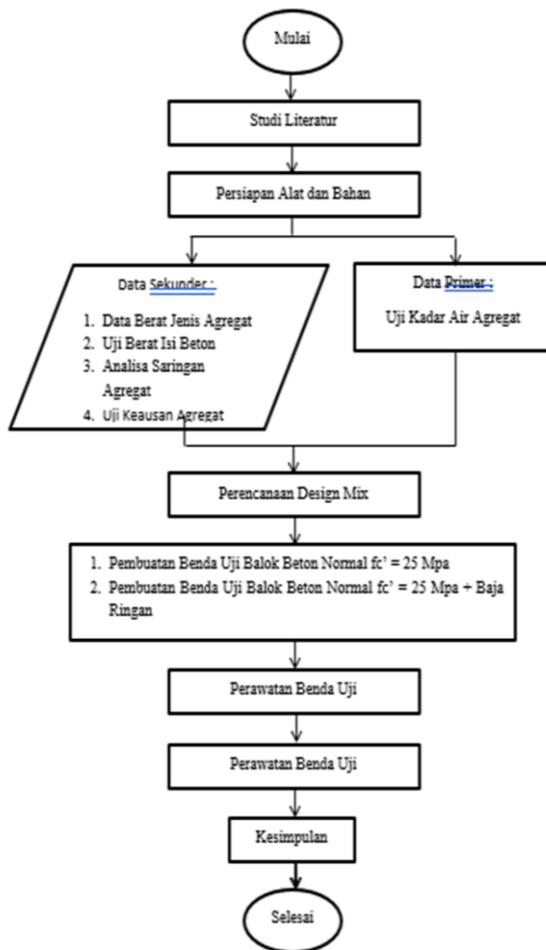
C = Panjang Bengkokan

I = Tebal Profil

W = Berat

H. Metode Penelitian

Kajian yang dipakai riset ini menguraikan pengaruh aditif baja struktural yang dipotong dengan cara ini dengan memvariasikan kuat tekan juga lentur belah menggunakan teknik kuantitatif. Riset yang dilakukan dengan melakukan percobaan pada beberapa benda uji sebagai perbandingan antara beton biasa dan beton dengan penambahan baja struktural.



Gambar 2: Bagan Alir Penelitian

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Hasil Pengujian Bahan

Riset kali ini, kami menguji bahan digunakan. Tujuan pengujian untuk mengetahui apakah bahan digunakan penelitian telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengujian material meliputi pengujian agregat halus, pengujian agregat kasar, dan berat jenis semen. Dalam penelitian ini, data uji materi dihasilkan dari data yang ada, yaitu data dari penelitian sebelumnya (data sekunder). Data uji halus dan kasar diperoleh dari laboratorium Perguruan Tinggi Garut karena bahan yang digunakan sama. Artinya, roti tawar pasir dan kerikil di wilayah Garut. Data berat jenis semen, sebaliknya, diperoleh dari pengujian sebelumnya oleh Sopi Somantri (2020) di Laboratorium Pelayanan PUPR Kabupaten dengan menggunakan jenis semen yang sama, Dinamix, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2: Karakteristik Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi (ASTM)	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Kadar Lumpur	< 5 %	2,63 %	Memenuhi
2	Berat Isi			
	- Gembur	1,4 - 1,9 kg/l	1,302 kg/l	Memenuhi
	- Padat	1,4 - 1,9 kg/l	1,592 kg/l	Memenuhi
3	Berat Jenis			
	- BJ. Curah (Bulk)	1,6 - 3,3	2,47	Memenuhi
	- BJ. SSD	1,6 - 3,3	2.63	Memenuhi
	- BJ. Apparent	1,6 - 3,3	2.94	Memenuhi
4	Absorpsi	< 2 %	6,38 %	Tidak Memenuhi
5	Modulus Kehalusan	1,5 – 3,8	3,74	Memenuhi

Tabel 3: Karakteristik Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi ASTM	Hasil Pengujian	Keterangan
	Berat Isi			
1	- Gembur	1,4 - 1,9	1,288 Kg/Lt	Memenuhi
	- Padat	1,4 - 1,9	1,481 Kg/Lt	Memenuhi
	Berat Jenis			
2	- Bj. Curah (bulk)	1,6 - 3,2	1,96	Memenuhi
	- Bj. SSD	1,6 - 3,2	1,99	Memenuhi
	- Bj. Apparent	1,6 - 3,2	2,07	Memenuhi
3	Absorpsi	0,2 - 4 %	1,97 %	Memenuhi
4	Keausan	< 50 %	20 %	Memenuhi

Tabel 4: Data Berat Jenis Semen

Nomor Contoh		I	II	III
Berat benda uji (gram)	B	60.11	60.06	63.90
Volume Awal (ml)	V1	0.10	0.10	0.00
Volume Akhir (ml)	V2	20.70	20.60	21.40
Berat jenis semen (gr/ml)	$B/(V2-V1) \times d$	2.92	2.93	2.99
	Rata - rata		2.94	

B. Design Mix Beton

Perhitungan desain campuran beton berdasarkan metode yang diadopsi dari ACI211 [14]. Perhitungan rencana pencampuran beton dilakukan untuk menentukan pencampuran semen, pasir, agregat kasar, baja struktural, dan air yang dipakai. Data material beton diketahui kuat tekan f_c 25 MPa, slump 75 mm sampai 100 mm yang direncanakan pada umur 28 hari. Ukuran nominal kapasitas kasar maksimum adalah 37,5 mm, dry kiln solid state berbobot 1481 kg / m³, dan tambahan semen bebas udara dengan berat jenis 2,92 digunakan sebagai semen. Perhitungan kebutuhan material yang direncanakan untuk dua sampel dari setiap variasi campuran, dengan pengecualian tiga sampel beton biasa. Kebutuhan sembilan sampel beton silinder dan sembilan sampel beton balok yaitu:

Tabel 5: Komposisi Campuran Beton Balok

Bahan Campuran	9 Sampel Beton Balok (kg)	9 Sampel Beton Balok (m ³)
Air	30,12	30120
Semen	53,36	53360
Agregat Halus	129,6	129600
Agregat Kasar	158,2	158200
Baja Ringan	3,6	3600

Tabel 6: Komposisi Campuran Beton Silinder

Bahan Campuran	9 Sampel Beton Silinder (kg)	9 Sampel Beton Silinder (m ³)
Air	16,36	16360
Semen	29	29000
Agregat Halus	70,44	70440
Agregat Kasar	85,96	85960
Baja Ringan	2,1	2100

C. Hasil Pengujian Beton Segar

Tujuan dari pengujian beton segar adalah untuk mengukur berat jenis beton segar. Tabel berikut menunjukkan hasil pengujian berat jenis beton segar untuk setiap sampel dengan slump 75-100 mm:

Tabel 7: Berat Isi Beton Segar

No. Benda Uji	Mm (Kg)	Mc (Kg)	Vm (m ³)	D (Kg/m ³)	Rata-rata (Kg/m ³)
Campuran 0%					
1	11,18	23.34	0,0053	2294,33	2286.15
2	11,26	22.96	0,0053	2207,54	
3	11,13	23.62	0,0053	2356,60	
Campuran 1%					
1	11,16	23.58	0,0053	2343,39	2394.33
2	10,9	23.86	0,0053	2445,28	
Campuran 3%					
1	10,55	23.92	0,0053	2552,64	2476.32
2	11,08	23.80	0,0053	2400	
Campuran 5%					
1	10,70	23.48	0,0053	2411,32	2403.77
2	10,7	23.40	0,0053	2396,22	
Rata-rata					2390.14

D. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Beton

Dalam penelitian, target kualitas desain adalah 25 MPa, yang merupakan kualitas desain kekuatan lentur. Untuk menjaga mutu kuat lentur balok beton yang direncanakan, maka hasil uji kuat lentur harus dikonversi terlebih dahulu. Uji kekuatan lentur dilakukan pada pengujian kompresi yang dimodifikasi. Perubahannya adalah menambahkan batang besi dengan dua titik pivot sepanjang 60 cm. Tabel berikut menunjukkan hasil riset kuat lentur balok beton:

Tabel 8: Hasil Uji Kuat Lentur Balok Beton Normal

Umur (Hari)	Dimensi (mm)			P Maks (KN)	Kuat Lentur Beton (MPa)	Kuat Lentur Rata-Rata (MPa)
	b	d	L			
28	150	200	1000	25	4.2	4
	150	200	1000	20	3.3	
	150	200	1000	30	5	

Tabel 9: Hasil Uji Kuat Lentur Balok Beton Campuran Baja Ringan 1%

Umur (Hari)	Dimensi (mm)			P Maks (KN)	Kuat Lentur Beton (MPa)	Kuat Lentur Rata-Rata (MPa)
	b	d	L			
28	150	200	1000	20	3.3	3.75
				25	4.2	

Tabel 10: Hasil Uji Kuat Lentur Balok Beton Campuran Baja Ringan 3%

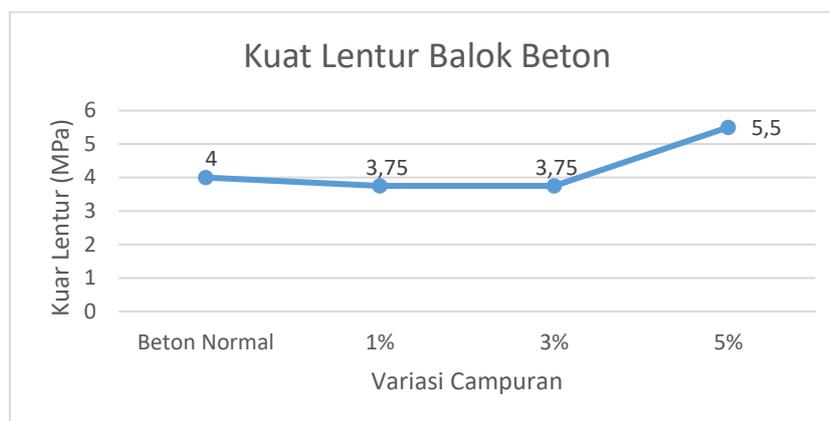
Umur (Hari)	Dimensi (mm)			P Maks (KN)	Kuat Lentur Beton (MPa)	Kuat Lentur Rata-Rata (MPa)
	b	d	L			
28	150	200	1000	25	4.2	3.75
				20	3.3	

Tabel 10: Hasil Uji Kuat Lentur Balok Beton Campuran Baja Ringan 5%

Umur (Hari)	Dimensi (mm)			P Maks (KN)	Kuat Lentur Beton (MPa)	Kuat Lentur Rata-Rata (MPa)
	b	d	L			
28	150	200	1000	35	6	5.5
				30	5	

E. Perbandingan Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur gelagar beton yang dilakukan di laboratorium diperoleh kurva perbandingan yang menunjukkan nilai kuat lentur gelagar beton antara beton normal dengan campuran baja struktur variasi 1. Ini menunjukkan berat%, 3%, dan 5 ° ri agregat kasar. Grafik perbedaan ini ditunjukkan di bawah ini:



Gambar 3: Grafik Uji Kuat Lentur Balok Beton

Grafik diatas menunjukkan kenaikan dari campuran yang paling sedikit ke campuran yang paling banyak. Kenaikan tersebut dapat dilihat dalam bentuk persentase sebagai berikut:

Tabel 11: Persentase Kenaikan Tiap Variasi Campuran

No	Variasi campuran	Kuat Lentur Rata-Rata (MPa)	Persentase Kenaikan (%)
1	0%	4	0.00
2	1%	3.75	-0.06
3	3%	3.75	0.00
4	5%	5.5	0.46

Dari hasil pengujian kuat lentur balok beton bisa dilihat dari tabel 11 yaitu dengan persentase diatas dapat diketahui pada variasi campuran 1% mengalami penurunan yaitu -0.06% dan mengalami kenaikan presentase pada variasi campuran 5% yaitu 0.46%.

IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Kuat lentur gelagar beton menggunakan campuran baja struktur dengan simpangan 1%, 3.n 5.pat, dapat disimpulkan bahwa:

1. Semua benda uji mengalami keruntuhan lentur, yaitu di 1/2 pada bentang balok.
2. Pada benda uji balok variasi campuran 1% dan 3% mengalami penurunan yang sama, yaitu 0.06% akan tetapi pada variasi campuran 5% mengalami kenaikan dengan nilai persentase 0.46%.
3. Dari pengujian kuat lentur balok hasil tertinggi diperoleh pada sampel substitusi baja ringan 5% dengan beban P maksimum 35 KN, serta nilai rata-rata pada sampel tersebut yaitu 5.5 Mpa.
4. Pada kuat tekan sampel silinder, diperoleh hasil dengan alternatif sampel baja struktur tertinggi 5n menunjukkan beban P maksimum sebesar 415 KN dan nilai sampel rata-rata sebesar 23,3 MPa.

Maka dari itu hasil penelitian ini masih belum optimal dipakai sebagai acuan rancangan alternatif pada campuran balok beton, karena nilai kuat lentur yang dihasilkan tidak memenuhi target yaitu 25 Mpa.

B. Saran

Dari hasil survei dilakukan, ada beberapa saran. Itu adalah:

1. Untuk pembuatan sampel harus dilakukan dengan lebih teliti lagi dan didasari dengan aturan atau tata cara

yang benar agar terciptanya hasil yang maksimal.

2. Pada eksperimen uji lentur balok beton ini apabila diberi sebuah tulangan besi atau variasi campuran baja ringan ditambah, maka kemungkinan kuat lentur yang dihasilkan juga akan bertambah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Simatupang, O. Pattipawaej, T. L. Ing, and D. Setiawan, "Pengaruh Penggunaan Limbah Baja Terhadap Kuat Karakteristik Beton," *J. Tek. Sipil*, 2019, doi: 10.28932/jts.v9i1.1370.
- [2] A. Syarifudin, M. Yunanda, and C. Anjani, "ANALISIS KUAT TEKAN BETON K 225 MENGGUNAKAN LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR," *J. Tek. Sipil*, 2021, doi: 10.36546/tekniksipil.v10i2.464.
- [3] G. S. B. Sukismo, Djoko Goetomo, *Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Stell Fiber Terhadap Uji Kuat Tekan, Tarik Belah Dan Kuat Lentur Pada Campuran Beton Mutu F'c 25 Mpa*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak., 2016.
- [4] dan G. B. W. Eka Kristian Wibisono, Chikita Manuelle Evangelica, Handoko Sugiharto, *Pengaruh penggunaan serat baja terhadap peningkatan kuat kokoh tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur murni pada beberapa mutu steel fiber reinforced concrete*. Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, 2018.
- [5] 2. Antoni dan Nugraha, P, *Teknologi Beton*. Yogyakarta: C.V Andi Offset, 2007.
- [6] R. . W. Fanto Pardomuan Pane. H. Tanudjaja, *Pengujian kuat tarik lentur beton dengan variasi kuat tekan beton*. 2015.
- [7] Andre, *Studi eksperimental pengaruh serat baja pada kekuatan beton mutu 50 mpa dengan agregat kasar daur ulang*. 2017.
- [8] R. S. W. Geertruida Eveline Untu, E. J. Kumaat, *Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton*. 2015.
- [9] Wuryuti Samekto & Candra Rahmadiyanto, *Teknologi Beton*. Yogyakarta: kanisiun, 2001.
- [10] SNI 1970:2008., *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- [11] Budi Astanto, Triyono., *Kontruksi Beton Bertulang*. Yogyakarta: kanisius, 2001.
- [12] *Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures*. (ACI 440.2R-17)., 2017.