

RASIO LEBAR DAN TINGGI BALOK TERHADAP KUAT LENTUR

¹Andi Marini Indriani, ²Agus Sugianto

^{1,2} Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Balikpapan

Email : marini_sabrina@yahoo.com.sg

Email: agus.fadhil@yahoo.co.id

ABSTRACT

Behavior and flexural strength of reinforced concrete with medium concentration is influenced by several factors such as the dimensions, shape the beam section, the number and arrangement of reinforcement bending, compression reinforcement, stretch ratio (a/d) and the properties of concrete and steel.

The construction perpetrators must understand the impact of the ratio b/h against a concrete beam flexural strength and deformation so that the construction can obtain optimal results. The methodology used in this research is the creation of concrete beams with varying ratios b/h The ratio b/h is 1; 1.25 and 1.5. Using concrete (f_c') 26.73 Mpa, plain steel 6 mm diameter is used for begel, diameter 8 is used to reinforce the attraction and a diameter of 10 are used as reinforcement press.

The results show that changes in beam width ratio > 1.25 specimens apparently can not bear the burden of making that happen more dominant withstand tensile reinforcement. And from a comparison test with a ratio of 1: 1.25: 1.5 was the optimal ratio of the bending beam is 1.25.

Keywords : beams , flexural strength , the ratio b/h , double reinforcement .

1. PENDAHULUAN

Lentur pada balok persegi diakibatkan oleh regangan yang timbul akibat adanya beban luar, apabila beban bertambah maka yang akan terjadi deformasi (perubahan bentuk permanen akibat beban yang bekerja) atau defleksi dan regangan mengakibatkan retak lentur disepanjang bentang balok. Bila beban semakin bertambah, pada akhirnya terjadi keruntuhan pada elemen struktur. Taraf pembebanan yang demikian disebut keadaan limit dari keruntuhan lentur.

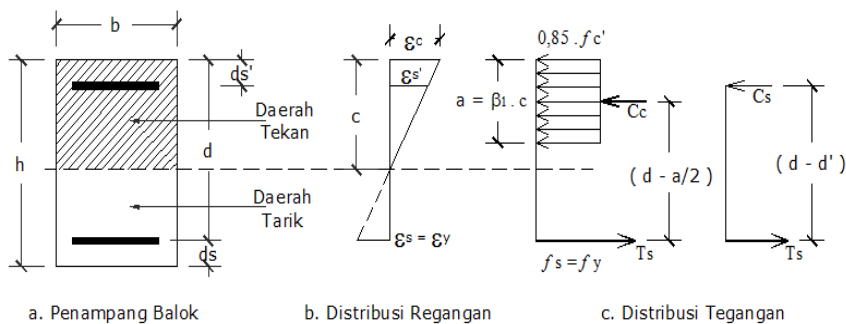
Faktor yang mempengaruhi perilaku dan kekuatan lentur balok bertulang dengan tumpuan sederhana sangatlah banyak dan kompleks, seperti ukuran, bentuk penampang balok, jumlah dan susunan penulangan lentur, penulangan tekan, rasio bentang (a/d) serta sifat beton dan baja sendiri.

Dalam penelitian ini, peneliti mencoba memahami pengaruh rasio b/h terhadap kapasitas lentur balok beton bertulang rangkap.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kuat Lentur Balok Persegi

Distribusi tegangan dan regangan beton pada penampang bentuknya setara dengan kurva tegangan-regangan beton seperti pada gambar berikut.



Gambar. 2.1 Distribusi Tegangan Regangan Balok Bertulangan Rangkap.

Pada gambar 2.1 diatas distribusi tegangan berupa garis lengkung dengan nilai nol pada garis netral, Tampak bahwa tegangan tekan C_c yang merupakan tegangan maksimum posisinya bukan pada serat tepi tekan terluar tetapi agak masuk kedalam. Pada suatu komposisi tertentu balok menahan beban sedemikian hingga regangan tekan beton maksimum (ϵ_c maks) mencapai 0,003 sedangkan tegangan tarik baja tulangan mencapai tegangan luluh f_y . Apabila hal demikian terjadi, penampang dinamakan mencapai keseimbangan regangan, atau disebut penampang bertulang seimbang. Dengan demikian berarti bahwa untuk suatu komposisi beton dengan jumlah baja tertentu akan memberikan keadaan hancur tertentu pula.

Berdasarkan pada anggapan-anggapan seperti yang telah di kemukakan diatas, dapat dilakukan pengujian regangan, tegangan, dan gaya-gaya yang timbul pada penampang balok yang bekerja menahan momen batas, yaitu momen akibat beban luar yang timbul pada saat kondisi hancur, momen ini mencerminkan sebagai kuat lentur ultimit balok. Kuat lentur suatu balok beton tersedia karena berlangsungnya mekanisme tegangan-tegangan dalam yang timbul di dalam balok yang pada keadaan tertentu dapat di wakili oleh gaya-gaya dalam. Notasi T_s adalah resultante gaya tarik dalam, merupakan jumlah seluruh gaya tarik yang akan diperhitungkan untuk didaerah dibawah garis netral. Kedua gaya ini arah garis kerjanya sejajar, sama besar, tetapi berlawanan arah dan dipisahkan dengan jarak (c) sehinggann membentuk kopel momen tahanan dalam dimana nilai maksimumnya sebagai kuat lentur atau momen tahanan penampang komponen struktur lentur.

Kuat momen nominal dihitung sebagai berikut :

- a. Pada daerah tekan beton : $C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a$
- b. Pada daerah tekan tulangan : $C_s = A_s' \cdot f_y$
- c. Pada daerah tarik tulangan : $T = A_s \cdot f_y$

Berdasarkan keseimbangan horizontal gaya internal $C_c + C_s = T$,

dihasilkan persamaan : $0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f_y = A_s \cdot f_y$

Tinggi blok tegangan : $a = \frac{(A_s - A_s') f_y}{0,85 f_c' b}$

Dengan menggunakan anggapan tentang hubungan antara tinggi blok tegangan beton tekan dengan jarak garis netral penampang balok dengan serat tepi tekan ($a = \beta_1 c$), maka letak garis netral dapat ditentukan, selanjutnya digunakan untuk memeriksa regangan tulangan baja .

Momen ketahanan nominal dinyatakan dalam bentuk :

$$M_n = (A_s - A_s') f_y (d - 0,5 a) + A_s' f_y (d - d')$$

Pemeriksaan regangan diperlukan untuk mengetahui apakah asumsi yang digunakan benar, yang bearti bahwa kedua penulangan baik tulangan tekan maupun tulangan tarik telah luluh sebelum beton hancur.

Untuk itu standart SK SNI T-15-1991-03 menentukan pembatasan penulangan yang perlu diperhatikan. Pada pasal 3.3.3 ditetapkan bahwa jumlah tulangan baja tarik tidak boleh melebihi 0,75 dari jumlah tulangan baja tarik yang diperlukan untuk mencapai keseimbangan regangan.

$$A_s \leq 0,75 A_{sb}$$

Apabila jumlah tulangan tersebut dapat dipeuhi maka akan memberikan jaminan bahwa kehancuran daktail dapat berlangsung diawali dengan luluhnya tulangan baja tarik terlebih dahulu dan tidak akan terjadi kehancuran getas yang lebih bersifat mendadak. Pembatasan jumlah penulangan tersebut berkaitan pula dengan rasio penulangan (ρ) atau kadang-kadang disebut dengan rasio baja, perbandingan antara jumlah luas penampang tulangan baja tarik (A_s) terhadap luas efektif penampang (lebar $b \times$ tinggi efektif).

$$\rho = \frac{A_s}{b.d}$$

SK SNI T-15-1991-03 persamaam 3.3.5 persamaan (3.3-3) juga memberikan batas minimum rasio penulangan sebagai berikut ;

$$\rho_{minimum} = \frac{1,4}{f_y}$$

Batas penulangan minimum tersebut diperlukan untuk lebih menjamin tidak terjadinya hancur secara tiba-tiba seperti yang terjadi pada balok tanpa penulangan.

Jenis keruntuhan lentur berdasarkan rasio tulangan, menurut tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan SNI 03-2847-2002 ada 3 tipe keruntuhan yaitu :

- a. Keruntuhan tarik adalah keruntuhan yang terjadi akibat tegangan baja mencapai tegangan luluh (f_y) terlebih dahulu sebelum beton hancur (mencapai μ). Atau dengan kata lain baja leleh sebelum beton hancur keruntuhan tarik ini biasa disebut dengan keruntuhan *under reinforced*. Pada perencanaan tulangan lentur balok beton bertulang, keruntuhan tarik ini terjadi apabila ($\rho < \rho_b$). jenis keruntuhan tarik ini dipilih supaya tidak terjadi keruntuhan yang tiba-tiba.

Atau :

$$\varepsilon_c < 0,003, \quad \varepsilon_s > \varepsilon_y$$

Keterangan :

ϵ_c = Regangan
 0,003 = Regangan Kerja Maksimum
 Luluh

ϵ_s = Regangan Baja Tulangan
 ϵ_y = Regangan Mencapai

- b. Keruntuhan seimbang adalah keruntuhan yang terjadi akibat tegangan baja mencapai tegangan luluh (f_y) bersamaan dengan beton hancur (mencapai M_u). Atau dengan kata lain baja leleh bersamaan beton hancur. Keruntuhan tari ini biasa disebut dengan keruntuhan *balanced*. Pada perencanaan tulangan lentur balok beton bertulang, keruntuhan tarik ini terjadi apabila ($\rho < \rho_b$).

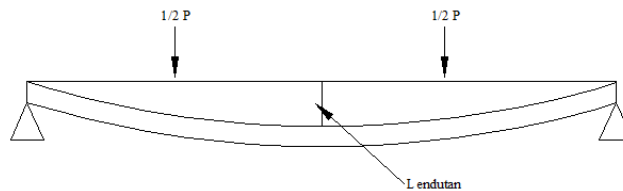
Atau :
$$\epsilon_c = 0,003, \epsilon_s = \epsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$$

- c. Keruntuhan tekan adalah keruntuhan yang terjadi akibat dengan beton hancur terlebih dahulu (mencapai M_u) sebelum tegangan baja mencapai tegangan luluh (f_y). Atau dengan kata lain beton hancur sebelum baja leleh. Keruntuhan tekan ini biasa disebut juga keruntuhan *over rainvorce*. Pada perencanaan tulangan lentur balok beton bertulang, keruntuhan tarik ini terjadi apabila ($\rho > \rho_b$).

Atau :
$$\epsilon_c \geq 0,003, \epsilon_s = \frac{f_s}{E_s} < \epsilon_y$$

2.2 Defleksi

Defleksi adalah peningkatan lendutan, apabila suatu beban menyebabkan timbulnya lentur maka balok akan mengalami defleksi atau lendutan seperti pada gambar 2.2 meskipun sudah dicek aman terhadap lentur dan geser, suatu balok bisa tidak layak apabila terlalu fleksibel dengan demikian tinjauan defleksi balok merupakan salah satu bagian dari proses desain.



Gambar 2.2 Lendutan Balok

Menurut Dipohusodo (1996), lendutan komponen struktur merupakan fungsi dari panjang batang, perletakan dan kondisi ujung batang (batang sederhana, menerus atau jepit), jenis beban (terpusat, merata), dan kekakuan lentur komponen.

Dari persamaan umum lendutan maksimum $\Delta_{maksimum}$ pada balok elastik dapat diperoleh lendutan pada tengah bentang yaitu ;

$$\Delta_{maks} = \frac{P a}{24 E_c I_e} (3 L^2 - 4 a^2)$$

Lendutan pada komponen struktur terjadi apabila segera setelah beban bekerja seketika itu pula terjadi lendutan. Untuk memperhitungkan komponen struktur dianggap berperilaku elastis sepenuhnya. Pada SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.2.5 ayat 2.3 ditetapkan bahwa lendutan dihitung dengan menggunakan nilai momen inersian efektif (I_e) berdasarkan persamaan berikut.

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \cdot I_g + \left(1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right) I_{cr}$$

M_{cr} dihitung dengan menggunakan rumus ;

$$M_{cr} = \frac{f_r \cdot I_g}{y_t}$$

Dimana:

f_r = modulus retak beton untuk berat beton normal

$$f_r = 0,7 \sqrt{f_c'}$$

y_t = jarak dari garis netral penampang utuh (mengabaikan tulangan baja) ke serat tepi tertarik.

Dengan mengamati persamaan momen inersia efektif I_e tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa apabila nilai momen maksimum kurang dari momen rencana M_{cr} maka momen inersia penampang utuh menjadi faktor dominan. Sedangkan apabila momen maksimum lebih tinggi dari momen retak, momen inersi penampang retak I_{cr} lebih menentukan. Dalam segala hal nilai I_e tidak boleh melampaui I_g dan terletak diantara nilai I_{cr} dan I_g untuk struktur balok bentang menerus dianjurkan

menggunakan nilai rata-rata momen inersia efektif pada penampang kritis momen negative dan positif.

Hasil penelitian Branson menunjukkan bahwa nilai momen inersia realistik untuk perhitungan lendutan, oleh karena itu tahun 70-an telah diperkenalkan penggunaan momen inersia efektif (I_e) dalam rangka usaha untuk mendapatkan hasil hitungan lendutan yang lebih realistis dan pendekatan tersebut digunakan secara meluas pada peraturan diberbagai negara. Pada masa-masa sebelumnya, dipakai salah satu momen inersia I_{cr} atau I_g demikian pula SK SNI T-15-1991-03 memberikan rekomendasi perhitungan lendutan dengan menggunakan momen inersia efektif I_e dimana ;

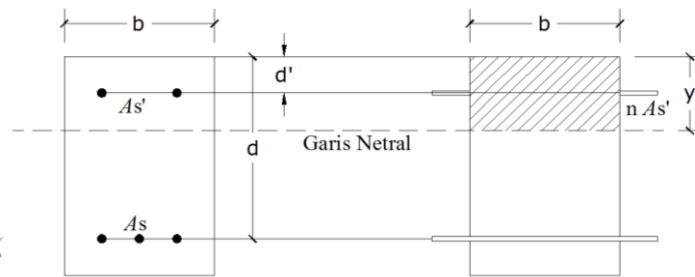
$$I_{cr} < I_e < I_g$$

Nilai momen inersia efektif tergantung pada nilai kedua pembatasnya, momen inersia penampang retak dan momen inersia penampang utuh (kotor). Momen inersia penampang utuh dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ;

$$I_g = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

Ditetapkannya momen inersi efektif sebagai dasar perhitungan, maka besar lendutan komponen struktur dapat dihitung dengan menggunakan rumus standart.

Kembali pada anggapan bahwa penampang beton telah retak sampai batas garis netral, maka luas efektif yang diperhitungkan hanya sebatas daerah desak dimana letak garis netral berjarak (y) terhadap serat tepi terdesak yang terlihat seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3 Penampang Transformasi

Penetapan letak garis netral berdasarkan Gambar 2.3 Penampang Transformasi tersebut dilakukan dengan menggunakan persamaan keseimbangan momen statis luas efektif terhadap serat tepi terdesak, sebagai berikut :

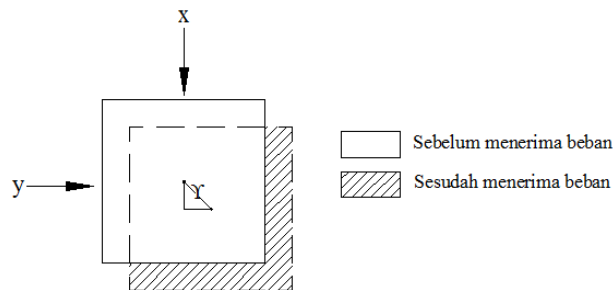
$$y = \frac{n \cdot A_s}{b} \left(\sqrt{\left(1 + \frac{2 b \cdot d}{n \cdot A_s}\right) - 1} \right)$$

Ditetapkannya letak garis netral, momen inersia penampang retak (I_{cr}) dapat dihitung dengan menggunakan rumus dapat dihitung dengan persamaan berikut ;

$$I_{cr} = \frac{b h^3}{3} + n \cdot A_s (d - y) + n \cdot A_s' (y - d)^2$$

2.3 Deformasi

Deformasi adalah sifat dimana beton mengalami perubahan bentuk permanen akibat beban tetap yang bekerja padanya. Dengan adanya gaya yang bekerja pada balok timbul perubahan bentuk seperti halnya gaya axial menimbulkan perpanjangan atau perpendekan. Perbedaannya ialah jika suatu elemen menerima gaya tarik akan menimbulkan penambahan pada panjangnya, bila menerima gaya geser tidak akan mengalami perubahan panjang melainkan perubahan bentuk yang mula-mula bujur sangkar menjadi jajaran genjang.



Gambar 2.4 Penampang Terdeformasi.

Penampang terdeformasi pada Gambar 2.4 dimana (x) adalah beban arah vertikal dan (y) pergeseran pada saat menerima beban, sehingga dapat dihitung nilai deformasi pada benda uji dengan menggunakan rumus ; $\gamma = \sqrt{x^2 + y^2}$

2.4 Balok

Pada umumnya balok berpenampang persegi mempunyai dua bagian, yaitu daerah tekan dan daerah tarik. Pada daerah tekan gaya luar yang ada sepenuhnya ditahan oleh beton, namun pada daerah tarik kekuatan beton sangatlah kecil untuk dapat menahan gaya tarik sekitar 9% - 15% dibandingkan kekuatan tekannya sehingga diperlukan baja tulangan guna mengatasi kelemahan beton tersebut.

Jenis-jenis retak pada balok (*Struktur Beton Lanjut : Geser Pada Balok*):

- a. *Flexural Crack* (retak lentur) keretakan pada daerah yang mempunyai lentur besar, arah retak hampir lurus pada tegak balok.
- b. *Flexural Shear Crack* (retak geser lentur) keretakan pada daerah sebelumnya telah mengalami retak akibat lentur. Retak ini merupakan perambatan dari retak miring dari retak lentur yang sudah terjadi sebelumnya.
- c. *Web Shear Crack* (retak geser pada badan balok), keretakan miring yang terjadi pada daerah garis netral penampang dimana gaya geser maksimum dan tegang aksial sangat kecil.

Kategori keruntuhan pada balok beton (*Dipohusodo : Struktur Beton Bertulang*):

- a. Jenis I : jika $a/d < 1/2$ maka balok tinggi, sehingga tegangan geser lebih menentukan dari pada tegangan lentur.
- b. Jenis II : jika $1 < a/d < 2 1/2$ maka balok pendek, sehingga kekuatan gesernya melampaui kapasitas keretakan miring.
- c. Jenis III : jika $2 1/2 < a/d < 6$ maka balok pendek, kekuatan gesernya sama dengan kapasitas keretakan miring. Lentur mulai bersifat dominan
- d. Jenis IV : jika $a/d > 6$ maka balok panjang, sehingga keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan lentur

Pada penelitian ini kategori keruntuhan pada balok beton bertulangan rangkap adalah jenis IV, karena keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan lentur saja.

3. METODE PENELITIAN

Pengujian yang dilakukan menggunakan standart SK SNI dan baik terhadap pengujian material maupun uji sampel Langkah-langkah yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Persiapan material

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan benda uji ini adalah sebagai berikut :

1. Mutu beton (f_c') 26,73 Mpa

Beton yang digunakan untuk penelitian ini merupakan beton fabrikasi, yang dicampur langsung di batching plant dan disesuaikan dengan kebutuhan dilapangan.

2. Admixture

Bahan admixture yang digunakan adalah merek *pozzolith* dengan takaran 0,4 – 0,5% dari berat semen,

3. Baja tulangan (f_y)

Baja tulangan polos diameter 6 mm digunakan untuk beugel, diameter 8 digunakan sebagai tulangan tarik dan diameter 10 digunakan sebagai tulangan tekan.

b. Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji balok berbentuk penampang persegi dengan 3 variasi dimensi yang berbeda, yaitu:

1. ukuran 100 mm x 100 mm x 1500 mm sebanyak 3 buah.

Rasio b/h adalah 1

2. ukuran 100 mm x 125mm x 1500 mm sebanyak 3 buah.

Rasio b/h adalah 1,25

3. ukuran 100 mm x 150 mm x 1500mm sebanyak 3 buah.

Rasio b/h adalah 1,5

c. Perawatan Benda uji

Perawatan beton sangat diperlukan agar permukaan beton tetap dalam keadaan lembab. Penguapan yang berlebihan dapat menyebabkan proses hidrasi berjalan tidak sempurna, dengan konsekuensi berkurangnya kekuatan beton.

Pada penelitian ini, untuk perawatan dilakukan dengan cara menutupi balok uji dengan karung basah sampai sehari sebelum benda uji tersebut dilakukan pengujian.

d. Pengujian

Pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari dengan menggunakan alat uji lentur. Analisa data menggunakan bantuan program MS-Excel untuk perhitungan, pembuatan tabel, dan penggambaran kurva sehingga dapat diketahui secara jelas bagaimana perilaku kuat lentur balok dengan tulangan rangkap.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kuat Tekan Beton.

Pelaksanaan pengujian kuat tekan beton menggunakan alat uji tekan. Untuk mendapatkan kuat tekan beton (f_c') yang akan digunakan dalam menganalisa benda uji dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan benda uji kubus sebanyak 15 buah dengan ukuran 150×150×150 mm.

Perancangan awal digunakan mutu beton K-300 kg/cm² kemudian di konversi ke kuat tekan selinder sehingga diperoleh nilai (f_c') 23,79 MPa,. Setelah melalui pengujian kubus mutu beton diperoleh K-333,33 kg/cm² kemudian di konversi ke silinder (f_c') sebesar 26,73 MPa,dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$\begin{aligned} f_c' &= \left[0,75 + 0,2^{10} \log \left(\frac{\sigma'_{bk}}{15} \right) \right] \cdot \sigma'_{bk} \\ &= \left[0,75 + 0,2^{10} \log \left(\frac{32,6885}{15} \right) \right] \cdot 32,6885 = 26,73 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Dimana :

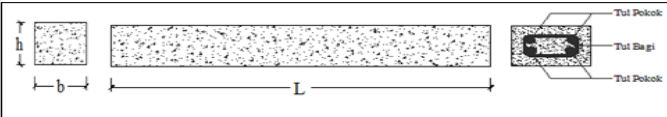
σ'_{bk} : Tegangan Beton Karakteristik

f_c' : Kuat Tekan Beton (MPa)

b. Bentuk penampang

Berikut adalah bentuk dan dimensi penampang yang digunakan sebagai pengujian kuat lentur.

Tabel. 3.1 Dimensi penampang benda uji



No	Kode	Dimensi			Tulangan		
		b	h	L	Tul. Pokok		Tul. Senggang
		m	m	m	Ø8	Ø10	Ø6
1	BL. HD. 1a	0.100	0.100	1.400	Ø8	Ø10	Ø6
2	BL. HD. 1b	0.100	0.100	1.400	Ø8	Ø10	Ø6
3	BL. HD. 1c	0.100	0.100	1.400	Ø8	Ø10	Ø6
4	BL. HD. 2a	0.125	0.100	1.400	Ø8	Ø10	Ø6
5	BL. HD. 2b	0.125	0.100	1.400	Ø8	Ø10	Ø6
6	BL. HD. 2c	0.125	0.100	1.400	Ø8	Ø10	Ø6
7	BL. HD. 3a	0.150	0.100	1.400	Ø8	Ø10	Ø6
8	BL. HD. 3b	0.150	0.100	1.400	Ø8	Ø10	Ø6
9	BL. HD. 3c	0.150	0.100	1.400	Ø8	Ø10	Ø6

Sumber : Perancangan Benda Uji.



(a)



(b)

Gambar 3.1a,b Penampang benda uji dengan rasio b/h sebesar 1 ; 1,25 ; 1,5

c. Tahapan pelaksanaan Pengujian

Alat uji lentur diletakkan pada media yang rata dengan dua tumpuan penyangga balok uji kemudian cek kondisi horisontal dengan waterpas lalu setting manometer sehingga mudah dibaca pada saat pengujian, letakkan benda uji pada alat, kemudian pasang 3 buah manometer, 2 buah pada sisi bagian atas dan 1 pada bagian samping.

Setting kamera pada posisi yang sudah ditentukan sebelumnya dan siap untuk merekam.

Cara pengujiannya dengan menekan pompa hydraulic dan benda uji, kemudian manometer jack akan bergerak naik sampai benda uji tidak mampu menahan beban sehingga mengalami penurunan dan pembacaan semua posisi dial dilakukan..



(a)



(b)

Gambar 3.2 a, b Pengujian Kuat Lentur

d. Analisa

Analisa hasil pengujian membahas hubungan antara kuat lentur benda uji dengan beban, momen, defleksi dan deformasi.

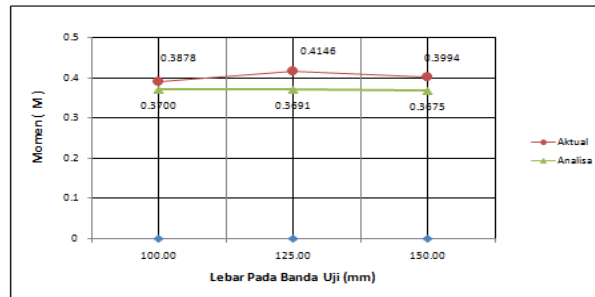
Hasil pengujian kuat lentur, diperoleh sebagai berikut :

Hubungan rasio b/h dengan momen

Hasil perhitungan momen menunjukkan kuat lentur ultimit balok yang diwakili oleh gaya tekan dan gaya tarik pada pen balok.

Tabel 3.2 Hubungan rasio b/h dengan momen.

Dimensi			Rasio (b/h)	Beban (Pn) (kN)		Momen (M) (kN.m)	
L	b	h		Aktual	Analisa	Aktual	Analisa
mm	mm	mm	-				
1400	100.00	100.00	1.00	1.1417	1.0907	0.3878	0.3700
1400	125.00	100.00	1.25	1.2267	1.0964	0.4146	0.3691
1400	150.00	100.00	1.50	1.1917	1.1003	0.3994	0.3675



Gambar 3.3 Kurva hubungan rasio b/h dengan momen.

Ketiga model dengan rasio b/h menunjukkan model ke 2 memberikan nilai momen terbesar, dengan perbandingan nilai momen berturut turut terhadap b/h adalah :

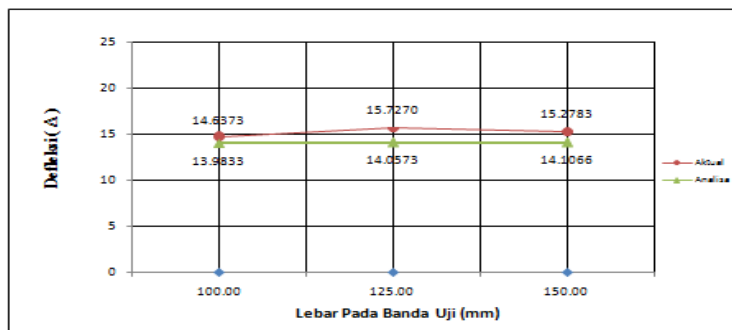
$$1 ; 1,25 ; 1,5 = 1 : 1,07 : 1,03 \text{ terhadap model } b/h = 1$$

Hubungan rasio b/h dengan defleksi

Rasio perbandingan yang diperoleh untuk hubungan benda uji terhadap defleksi berturut-turut sebagai berikut rasio b/h 1 ; 1,25 ; 1,5 adalah = 1 : 1,07 : 1,04 terhadap model b/h = 1.

Tabel 3.3 Hubungan rasio b/h dengan Defleksi

Dimensi			Rasio (b/h)	Beban (Pn) (kN)		Defleksi (Δ) (mm)	
L	b	h		Aktual	Analisa	Aktual	Analisa
mm	mm	mm	-				
1400	100.00	100.00	1.00	1.1417	1.0907	14.6373	13.7825
1400	125.00	100.00	1.25	1.2267	1.0964	15.7270	14.0573
1400	150.00	100.00	1.50	1.1917	1.1003	15.2783	14.1066



Gambar 3.4 Kurva hubungan rasio b/h dengan Defleksi

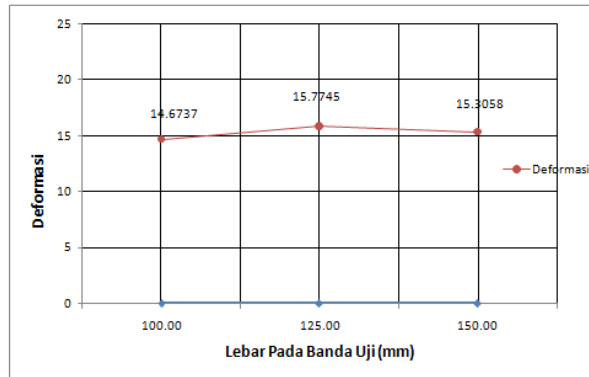
Hubungan rasio b/h dengan deformasi

Hasil pengujian menunjukkan pengaruh perbandingan lebar dan tinggi terhadap kuat lentur balok beton bertulangan rangkap diperoleh deformasi seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.3 Hubungan rasio b/h terhadap deformasi

Dimensi			Rasio (b/h)	Arah		Deformasi (mm)
L	b	h		X	Y	
mm	mm	mm	-	(mm)	(mm)	(mm)
1400	100.00	100.00	1.00	1.0333	14.6373	14.6737
1400	125.00	100.00	1.25	1.2233	15.7270	15.7745
1400	150.00	100.00	1.50	0.9167	15.2783	15.3058

Rasio perbandingan yang diperoleh untuk hubungan benda uji terhadap deformasi b/h 1 ; 1,25 ; 1,5 adalah = 1 : 1,07 : 1,04 terhadap model b/h=1.



Gambar 3.5 Kurva hubungan rasio b/h dengan deformasi

5. KESIMPULAN

Hasil penelitian mengenai pengaruh perbandingan lebar dan tinggi terhadap kuat lentur balok berulangan rangkap diperoleh kesimpulan :

- a. Hasil perbandingan lebar balok dengan rasio > 1,25 ternyata benda uji tidak dapat memikul beban dengan maksimal sehingga yang terjadi tulangan tarik pada penampang tarik balok lebih dominan menahan gaya tarik yang bekerja.
- b. Hasil uji dengan beban nominal yang diperoleh dari benda uji dengan rasio 1 : 1,25 : 1,5, rasio yang optimal terhadap lentur adalah 1,25 .

DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, 1994, *Struktur Beton Bertulan*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 10207.
- Edward. G. Nawy, Tavio, & Benny Kusuma, 2010, *Beton Bertulang*, Edisi ke-5, Penerbit ITS Press, Surabaya 60111.
- H. Alis. Asroni, 2010, *Balok Dan Pelat Beton Bertulang*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta 55283.
- L. J. Murdock, K. M. Brook, 1981, *Bahan dan Praktek Beton*, Edisi ke-4, Penerbit Erlangga, Jakarta, 10420.
- Sadji, 2006, *Material Beton Dan Persyaratannya*, Penerbit ITS dan HAKI, Surabaya 60111.
- Tri Mulyono, 2005, *Teknologi Beton*, Penerbit CV. Andi Offset, Yogyakarta 55281.
- W. C. Vis, & Gideon Kusuma, 1993, *Dasar Dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Penerbit Erlangga, Jakarta 13740.