

PENGARUH VARIASI TULANGAN TERHADAP LENDUTAN PADA BALOK BETON BERTULANG

PopiY Sangadji*¹, Mufti Amir Sultan², Edward Riaky Ahadian²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, UniversitasKhairun

²Program Studi Teknik Sipil, UniversitasKhairun

Jalan Jusuf Abdulrahman Kampus II Gambesi Kota Ternate Selatan, Indonesia

*popi.sangaji.ps@gmail.com

Abstrak

Balok beton bertulang merupakan salah satu elemen struktur yang berfungsi menerima beban berupa beban mati dan beban hidup. Akibat pembebanan tersebut maka balok akan memberikan respon terhadap beban yang bekerja. Jika beban melampaui batas kekuatan balok beton bertulang tersebut, maka lendutan akan semakin besar dan akhirnya terjadi retak pada daerah balok yang mengalami tarik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar beban pada keadaan batas runtuh balok akibat lendutan yang terjadi pada balok beton bertulang dengan variasi tulangan tetapi luas penampang tetap sama. Balok beton bertulang yang terdiri atas 3 variasi pada tulangan lentur dengan profil balok 15x15x70 cm. Balok B1 2Ø8 divariasi dengan 2Ø_s, Balok B2 2Ø_s divariasi dengan 3Ø_s dan Balok B3 2Ø_s divariasi dengan 4Ø_s. Hasil penelitian menunjukkan ada pengaruh penambahan tulangan terhadap kapasitas lentur balok dari menerima beban retak dan beban maksimum

Kata kunci—Balok, Lendutan, Tulangan

PENDAHULUAN

Salah satu elemen utama pada struktur gedung beton bertulang adalah balok. Dalam perencanaannya, balok direncanakan kuat menahan gaya-gaya yang mungkin akan terjadi berdasarkan perhitungan-perhitungan beban, baik berupa beban arah vertikal maupun arah lateral. Balok sebagai salah satu elemen struktur mempunyai fungsi yang sangat penting, yaitu menahan beban-beban di atasnya berupa beban pelat lantai, beban hidup, beban mati dan berat sendiri balok. Karena dibebani komponen struktur tersebut akan memberikan respon terhadap beban yang bekerja, contohnya saja balok beton bertulang, jika dibebani maka akan mengalami lendutan yang besarnya tergantung beban yang diberikan dan material balok beton bertulang itu sendiri.

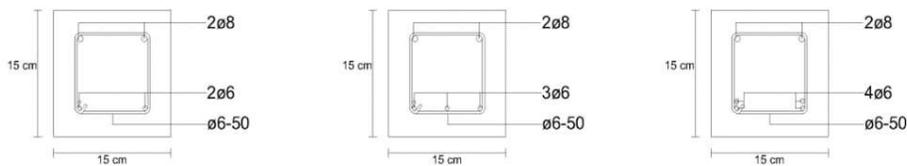
Apabila beban melampaui batas kekuatan balok beton bertulang tersebut maka tegangan yang terjadi kemudian menimbulkan lendutan semakin besar dan akhirnya terjadi retak pada daerah balok yang mengalami tarik.

Penggunaan diameter tulangan dan tata letaknya akan mempengaruhi kemampuan elemen balok dalam menerima beban lentur (Rikardo & Sitorus, 2002). Letak tulangan sesuai jumlah lapis akan menghasilkan kapasitas elemen balok dalam menerima beban dan daktilitas (Suku, 2018). Penambahan jumlah tulangan tekan akan semakin banyak peningkatan daktilitas dan semakin sedikit peningkatan kapasitas lentur (Permana, Muhtaris, & Susanti, 2019). Penggunaan tumpuan jepit-jepit, tumpuan rol-sendi dan tumpuan rol-jepit menghasilkan lendutan maksimum cenderung terjadi pada tengah bentang (Mustopa & Naharuddin, 2005). Beberapa parameter divariasikan seperti penambahan mutu beton akan menurunkan penggunaan luas tulangan perlu, namun dengan peningkatan mutu beton tapi luas tulangan dan beban tidak berubah lendutan yang terjadi cenderung lebih kecil namun tidak signifikan (Wiyono & Trisina, 2013). Prediksi lendutan balok dapat menggunakan teknik simulasi dengan

metode elemen hingga (Pranata, 2006). Penggunaan serat GFRP dapat meningkatkan kapasitas lentur balok (Sultan, Parung, Tjaronge, & Djamaluddin, 2014), (Sultan, Djamaluddin, Tjaronge, & Parung, 2015), (Sultan & Djamaluddin, 2017). Pengujian balok dengan lubang pada badan menunjukkan penurunan berat balok, namun terjadi juga penurunan balok namun tidak signifikan. (Pratama, Budio, & Wijaya, 2016). Penggunaan material local dengan mutu beton yang berbeda menunjukkan hasil lendutan yang berbeda namun tidak signifikan (Sa'adha, 2014). Pemanfaatan fiber pada campuran terhadap berat semen dapat meningkatkan kapasitas lentur balok beton bertulang (Apriyatno, 2009).

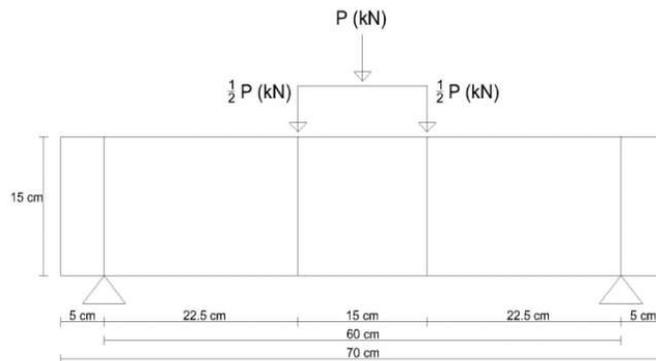
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen berupa pengujian kuat tekan, dan pengujian kuat lentur guna mengidentifikasi perilaku beban lendutan pada balok beton bertulang dengan variasi tulangan. Penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Khairun. Benda uji penelitian berupa benda uji silinder berukuran 15x30 cm untuk uji kuat tekan dan balok berukuran 70x15x15 cm untuk pengujian kuat lentur dengan jumlah tipe benda uji sebanyak 3 buah dengan menggunakan baja tulangan \varnothing_8 divariasi dengan besi tulangan \varnothing_6 . Perancangan campuran adukan beton berdasarkan SNI tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal (SNI 03-2834, 2000). Menggunakan agregat halus pasir normal yang berasal dari quarry Kalumata Kota Ternate Selatan dan agregat kasar batu pecah berasal dari quarry Togafo Kota Ternate Utara. Pengujian kuat lentur balok dilakukan berdasarkan SNI (SNI 4431, 2011). Variasi benda uji berbentuk balok seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Penampang benda uji

Pembebanan untuk uji lentur menggunakan metode *two point load* seperti pada gambar 2



Gambar 2. Sketsa Pengujian Kuat Lentur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Beban dan Retak

Beban retak awal static balok ini dapat dikontrol dengan perhitungan taraf pra retak. Segmen pra retak dari kurva beban-lendutan pada dasarnya berupa garis lurus yang memperlihatkan perilaku elastic penuh. Daerah praretak berhenti pada saat dimulainya retak awal, di mana tegangan beton mencapai kekuatan *modulus rupture* (Nawy, 1985).

Tabel 1 Beban retak pertama dan beban maksimum

Kode Benda Uj	Beban RetakAwal (kN)	Beban Maksimum (kN)
B1	15,0	50,0
B2	30,0	58,1
B3	35,0	80,0

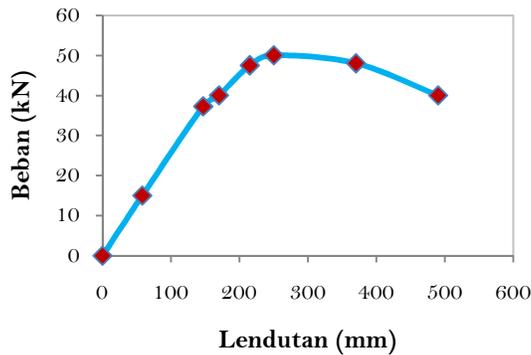
Pada tabel 1 dapat dilihat beban retak awal dan beban maksimum pada benda uji. Peningkatan beban retak awal akibat beban yang bekerja untuk masing-masing benda uji B1, B2, dan B3 berturut-turut adalah sebesar 50,0 % dan 33,3%. Fenomena lain yang dapat dilihat dari hasil pengujian adalah kecenderungan beban maksimum yang meningkat sejalan dengan bertambahnya tulangan utama.

Hubungan Beban dengan Lendutan

Hubungan beban dan lendutan pada balok B1 seperti ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Beban dan lendutan balok B1 setiap tahapan retak

Kode Benda Uji	NomorRetak	Beban (kN)	Lendutan (mm)
B1	1	15,0	58
	2	37,2	147
	3	47,5	215
	4	50,0	250
	5	48,0	370
	6	40,0	490



a. Hubungan beban dan lendutan

b. Pola retak

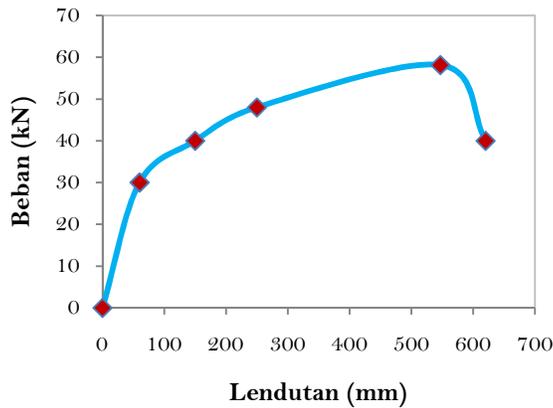
Gambar 3. Hubungan beban-lendutan dan pola retak balok B1

Data hasil pengujian dan perhitungan lendutan balok B1 dengan jumlah tulangan utama 2 buah seperti ditunjukkan pada tabel 2 dan gambar 3a. Dari tabel 2 dan gambar 3 dapat dilihat perilaku balok B1 dimana retak pertama terjadi pada pembebanan 15 kN dengan lendutan 58 mm, pembeban semakin meningkat besar lendutan cenderung semakin besar sampai pada beban maksimum 50 kN dengan lendutan sebesar 250 mm. Selanjutnya kemampuan balok B1 dalam menerima beban semakin menurun dengan lendutan cenderung meningkat sampai balok B1 gagal pada lendutan 490 mm dengan beban 40 kN. Pola retak yang terjadi adalah retak lentur seperti pada gambar 3b.

Hubungan beban dan lendutan pada balok B2 seperti ditunjukkan pada tabel 3 dan gambar 4.

Tabel 3 Beban dan lendutan balok B2 setiap tahapan retak

Kode Benda Uji	NomorRetak	Beban (kN)	Lendutan (mm)
B2	1	30,0	60
	2	40,0	150
	3	48,0	250
	4	58,1	547
	5	40,0	620



a. Hubungan beban dan lendutan

b. Pola retak

Gambar 4. Hubungan beban-lendutan dan pola retak balok B2

Data hasil pengujian dan perhitungan lendutan balok B2 dengan jumlah tulangan utama 3 buah seperti ditunjukkan pada tabel 3 dan gambar 4a dapat dilihat perilaku balok B2 dimana retak pertama terjadi pada pembebanan 30 kN dengan lendutan 60 mm dan, pembebanan semakin meningkat besar lendutan cenderung semakin besar sampai pada beban maksimum 58,1 kN dengan lendutan sebesar 547 mm. Selanjutnya kemampuan balok B2 dalam menerima beban semakin menurun dengan lendutan cenderung meningkat sampai balok B1 gagal pada lendutan 620 mm dengan beban 40 kN. Pola retak yang terjadi adalah retak lentur seperti pada gambar 4b.

Hubunganbebandanlendutanpadabalok B3 sepertiditunjukkanpadatabel 4 dangambar 5.

Data hasil pengujian balok B3 dengan jumlah tulangan utama 4 buah seperti ditunjukkan pada tabel 4 dan gambar 1a dapat dilihat perilaku balok B3 dimana retak pertama terjadi pada pembebanan 35 kN dengan lendutan 53 mm, pembebanan semakin meningkat besar lendutan cenderung semakin besar sampai pada beban maksimum 80,0 kN dengan lendutan sebesar 610 mm. Selanjutnya kemampuan balok B3 dalam menerima beban semakin menurun dengan lendutan cenderung meningkat sampai balok B3 gagal pada lendutan 639 mm dengan beban 70 kN. Pola retak yang terjadi adalah retak lentur seperti pada gambar 5b.

Tabel 4 Beban dan lendutan balok B3 setiap tahapan retak

Kode Benda Uji	NomorRetak	Beban (kN)	Lendutan (mm)
B3	1	35,0	53
	2	45,0	95
	3	70,0	273
	4	75,0	335
	5	80,0	639
	6	70,0	639

Dengan variasi penambahan tulangan pada balok beton bertulang di daerah lentur dapat meningkatkan kapasitas balok tersebut terhadap beban maksimum dan beban awal retak. Peningkatan kapasitas balok B3 terhadap B1 adalah sebesar 60%.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyatno, H. (2009). Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Polypropylene Fiber Sebesar 6% Dari Berat Semen. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 11(2), 149–160.
- Mustopa, M., & Naharuddin, N. (2005). Analisa Teoritis dan Eksperimental Lendutan Batang Pada Balok Segiempat Dengan Variasi Tumpuan. *Majalah Ilmiah Mektek*, 7(3), 158–166.
- Permana, J., Muhtaris, M., & Susanti, E. (2019). Pengaruh Penambahan Tulangan Tekan Terhadap Momen Kapasitas Lentur dan Daktilitas Balok. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 97–106.
- Pranata, Y. A. (2006). Teknik Simulasi Untuk Memprediksi Keandalan Lendutan Balok Statis Tertentu. *The 2nd National Civil Engineering Conference*, 43–52.
- Pratama, R. F., Budio, S. P., & Wijaya, M. N. (2016). Analisis Kekakuan Struktur Balok Beton Bertulang Dengan Lubang Hollow Core Pada Tengah Balok. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil*, 1(2), 1–11.
- Rikardo, P. Y., & Sitorus, T. (2002). Analisa Lendutan Balok Beton Bertulang dengan Variasi Diameter Tulangan Berbeda dan Letak Tulangan Berbeda Namun Luas Penampang Tetap Sama dengan Cara Teoritis dan Simulasi Program FEA. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 1–9.
- Sa'adha, A. (2014). Pemanfaatan Material Lokal (Pasir Langkap) Sebagai Campuran Agregat Halus Balok Komposit Ditinjau Dari Lendutan. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), 1–7.
- SNI 03-2834. (2000). Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Badan Standardisasi Nasional*, pp. 1–34.
- SNI 4431. (2011). Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan. In *Badan Standardisasi Indonesia*.
- Suku, Y. L. (2018). Pemodelan dan Analisis Perilaku Balok Beton Bertulang yang Berbeda Diameter Akibat Variasi Tata Letak Tulangannya. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 24(1), 20. <https://doi.org/10.14710/mkts.v24i1.17303>
- Sultan, M. A., & Djamaluddin, R. (2017). Pengaruh Rendaman Air Laut terhadap Kapasitas Rekatan GFRP-Sheet pada Balok Beton Bertulang. *Jurnal Teknik Sipil*, 24(1), 31–43. <https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.1.5>
- Sultan, M. A., Djamaluddin, R., Tjaronge, W., & Parung, H. (2015). Flexural capacity of concrete beams strengthened using GFRP sheet after seawater immersion. *Procedia Engineering*, 125, 644–649. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.092>
- Sultan, M. A., Parung, H., Tjaronge, W., & Djamaluddin, R. (2014). Bonding Stress Distribution of GFRP for Flexural Strengthening. *Proceedings ISID2014*, (2), 203–209.
- Wiyono, D. R., & Trisina, W. (2013). Analisa Lendutan Seketika dan Lendutan Jangka Panjang Pada Struktur Balok. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 20–37.