

VALIDASI UJI EKSPERIMENTAL BALOK BETON BERTULANG DENGAN VARIASI MODEL DAN JARAK TULANGAN GESER

Pierro Bernard Johan^{1*}, Hendry Tanoto Kalangi¹ dan Jonie Tanijaya²

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Makassar, Jl. Tanjung Alang No.23, Makassar
e-mail: pierrobernardjohan@yahoo.com

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Makassar, Jl. Tanjung Alang No.23, Makassar
e-mail: hendrykalangi@gmail.com

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Jl. Perintis Kemerdekaan Km.13, Makassar
e-mail: jonie.tanijaya@gmail.com

ABSTRAK

Verifikasi uji eksperimental dengan analisis numerik menjadi suatu keharusan sehingga hasil uji eksperimental dapat divalidasi kebenarannya. Tujuan penelitian yaitu untuk memvalidasi uji eksperimental yang dilakukan pada struktur balok sederhana beton bertulang dengan variasi model dan jarak tulangan geser. Aspek yang ditinjau yaitu beban maksimum yang dikenakan pada balok dan kapasitas geser. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu membuat model numerik dari benda uji yang digunakan dalam uji eksperimental yang kemudian dianalisis menggunakan *software ABAQUS CAE 2016*. Benda uji yang digunakan pada penelitian berdasarkan pada penelitian Tandilino, yaitu balok sederhana dengan penampang segi empat 150 x 200 mm dengan bentang 3300 mm. Balok dibebani sehingga mengalami keruntuhan lentur. Lendutan maksimum yang terjadi selama pembebanan saat uji eksperimental menjadi acuan dalam menentukan besarnya beban maksimum yang dikenakan dan kapasitas geser yang terjadi secara numerik. Analisis numerik menghasilkan kurva beban-lendutan dan pola retak yang terjadi selama pembebanan. Kemudian dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari uji eksperimental. Hasil penelitian ini menunjukkan selisih beban maksimum yang dikenakan pada balok antara eksperimental dan numerik untuk balok BN sebesar 27,301%, balok BTR25 sebesar 5,074%, balok BTR50 sebesar 3,536% dan balok BTR75 sebesar 10,240%. Pola retak yang terjadi secara eksperimental maupun numerik untuk semua tipe balok menunjukkan pola retak lentur. Selisih kapasitas geser yang terjadi pada balok antara eksperimental dan numerik untuk balok BN sebesar 85,655%, balok BTR25 sebesar 59,657%, balok BTR50 sebesar 27,773% dan balok BTR75 sebesar 51,665%.

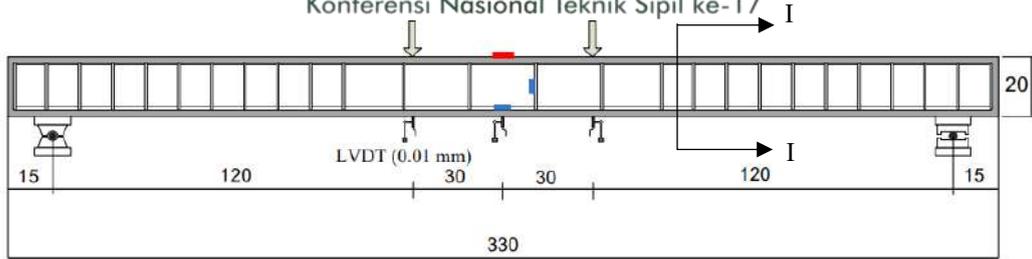
Kata kunci: metode eksperimental, metode numerik, kapasitas balok beton bertulang, model dan jarak tulangan geser, *ABAQUS CAE 2016*

PENDAHULUAN

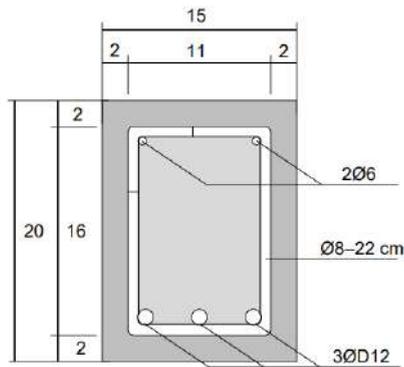
Seiring perkembangan teknologi dan pengetahuan, berbagai inovasi dikembangkan untuk meningkatkan kuat lentur balok beton bertulang. Salah satu metode yang dikembangkan yaitu dengan mengubah konfigurasi tulangan geser vertikal menjadi tulangan geser miring (Tandilino, 2018). Penggunaan tulangan geser miring telah direkomendasikan oleh banyak peneliti untuk meningkatkan kapasitas lentur. Hal ini disebabkan tulangan geser miring dapat menjaga lengan momen akibat lendutan pada saat pembebanan. Bentuk geometri ini mengakibatkan penambahan kapasitas momen dari tulangan. Penelitian tentang kapasitas balok beton bertulang dengan tulangan geser miring dilakukan oleh Tandilino (2018). Pengujian eksperimental dengan model numerik dilakukan untuk memverifikasi pengaruh model dan jarak tulangan geser terhadap kapasitas balok beton bertulang.

Dasar teori

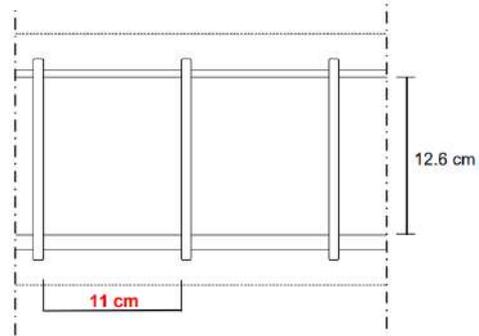
Secara teoretis, semakin dekat spasi antar tulangan geser, maka semakin kuat balok tersebut dalam menahan gaya geser. Sebaliknya, semakin jauh spasi antar tulangan geser, maka semakin lemah balok tersebut menahan gaya geser (Sidiq, 2019). Dibandingkan bentuk tulangan geser vertikal, penggunaan bentuk diagonal rangka dapat meningkatkan kekuatan balok. Namun untuk mencegah keretakan yang berlebihan dan juga keruntuhan dini dari balok beton maka perlu dilakukan kajian lebih lanjut terkait spasi atau jarak tulangan geser. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kapasitas lentur dan



(a) Balok Beton Normal (BN)



(b) Penampang Balok Beton Normal (BN)

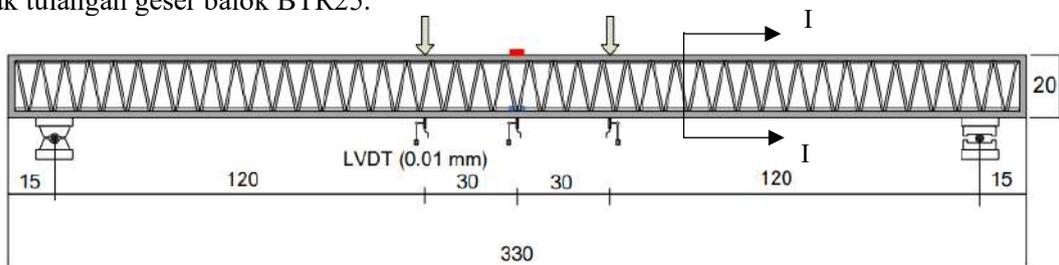


(c) Model dan Jarak Tulangan Geser Balok BN

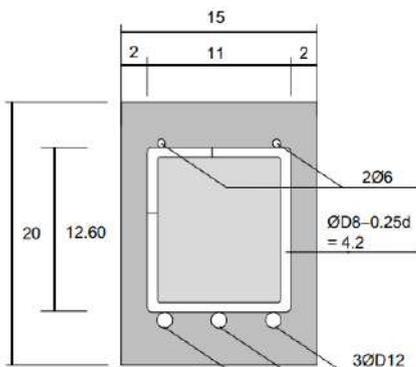
Gambar 1. Balok BN (Tandilino, 2018)

a. BTR25 (Balok Beton Tulangan Geser Bentuk Diagonal dengan Spasi 0,25d)

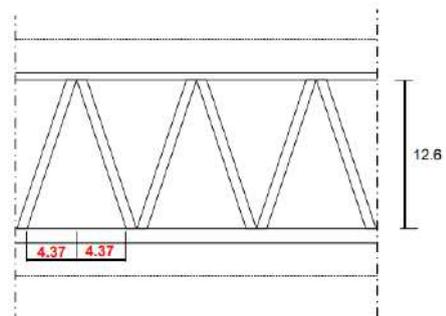
BTR25 merupakan balok dengan tulangan geser menggunakan bentuk diagonal, di mana spasi antara tulangan geser yang digunakan adalah 0,25 dari tinggi efektif balok. Potongan balok BTR25 ditunjukkan pada Gambar 2a, Gambar 2b menunjukkan penampang balok BTR25 dan Gambar 2c menunjukkan model dan jarak tulangan geser balok BTR25.



(a) Balok BTR25



(b) Penampang Balok BTR25

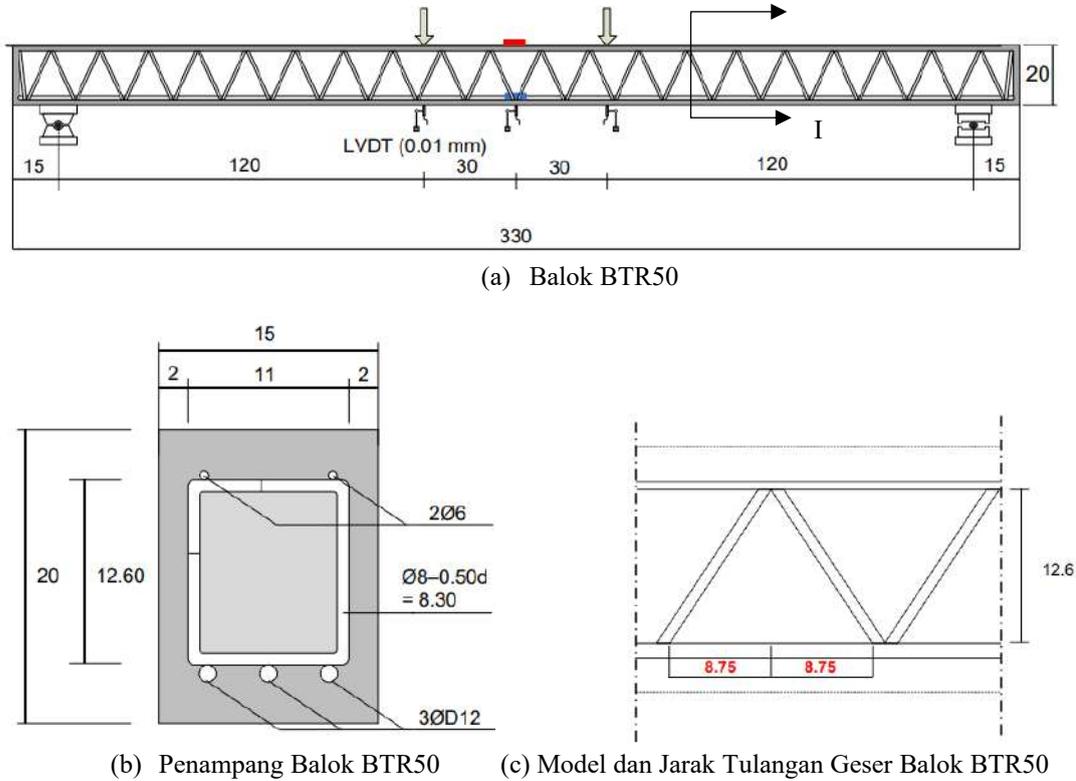


(c) Model dan Jarak Tulangan Geser Balok BTR25

Gambar 2. Balok BTR25 (Tandilino, 2018)

BTR50 (Balok Beton Tulangan Geser Bentuk Diagonal dengan Spasi 0,50d)

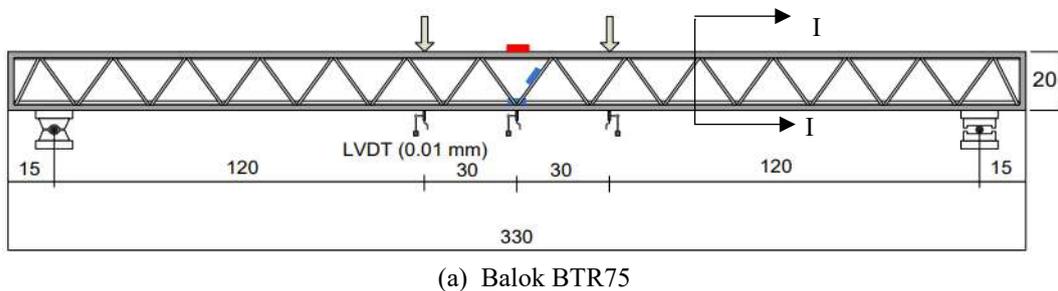
BTR50 merupakan balok dengan tulangan geser menggunakan bentuk diagonal, di mana spasi antara tulangan geser yang digunakan adalah 0,50 dari tinggi efektif balok. Potongan balok BTR50 ditunjukkan pada Gambar 3a, Gambar 3b menunjukkan penampang balok BTR50 dan Gambar 3c menunjukkan model dan jarak tulangan geser balok BTR50.

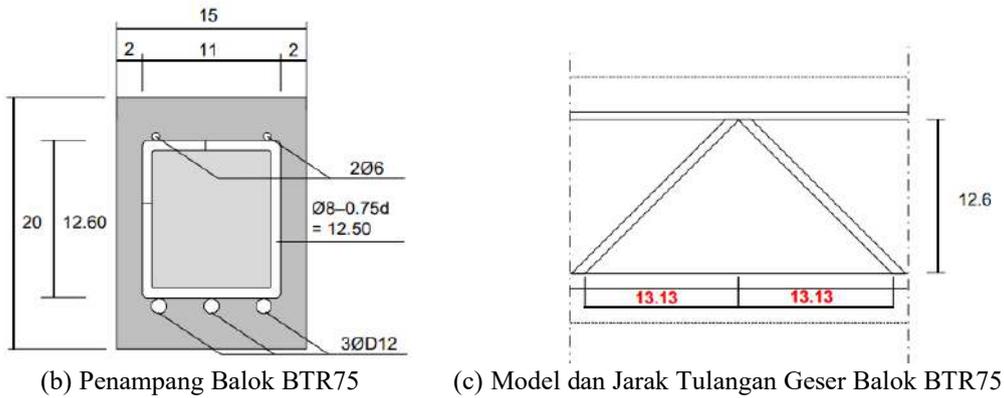


Gambar 3. Balok BTR50 (Tandilino, 2018)

b. BTR75 (Balok Beton Tulangan Geser Bentuk Diagonal dengan Spasi 0,75d)

BTR75 merupakan balok dengan tulangan geser menggunakan bentuk diagonal, di mana spasi antara tulangan geser yang digunakan adalah 0,75 dari tinggi efektif balok. Potongan balok BTR75 ditunjukkan pada Gambar 4a, Gambar 4b menunjukkan penampang balok BTR75 dan Gambar 4c menunjukkan model dan jarak tulangan geser balok BTR75.

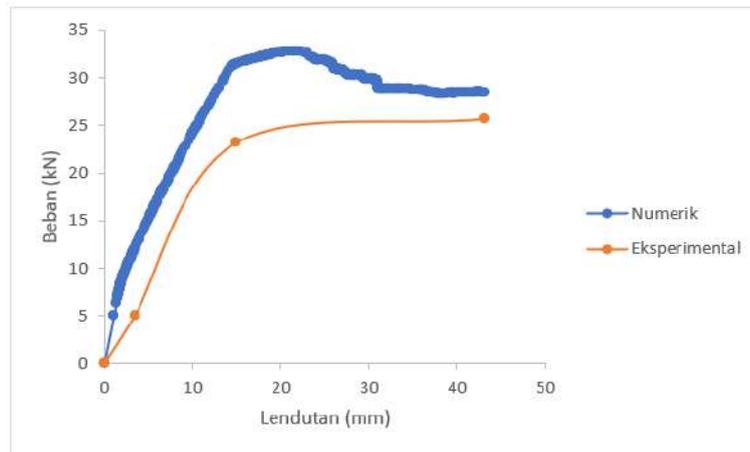




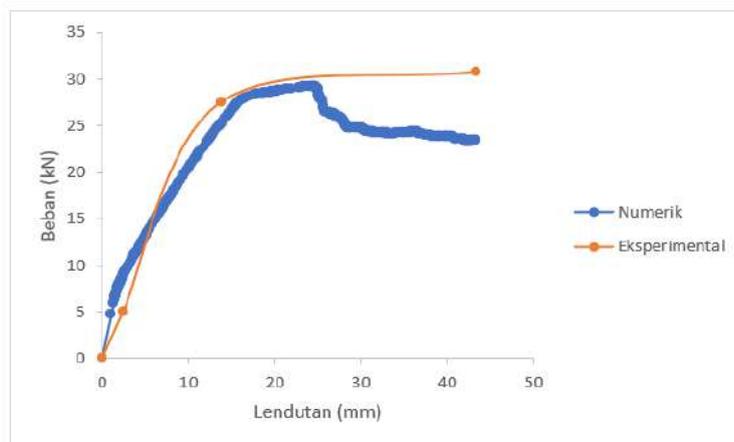
Gambar 14. Balok BTR75 (Tandilino, 2018)

HASIL DAN PEMBAHASAN

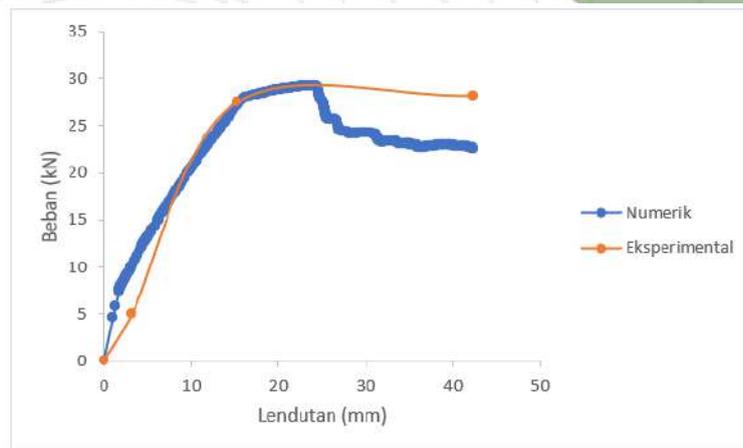
Setelah memvalidasi hasil eksperimental secara numerik, berikut adalah kesimpulan validasi eksperimental. Terdapat tiga aspek yang diuji yaitu beban maksimum yang dikenakan, pola retak selama pembebanan dan kapasitas geser. Gambar 5 sampai Gambar 8 menunjukkan perbandingan grafik beban dengan lendutan untuk tiap-tiap balok.



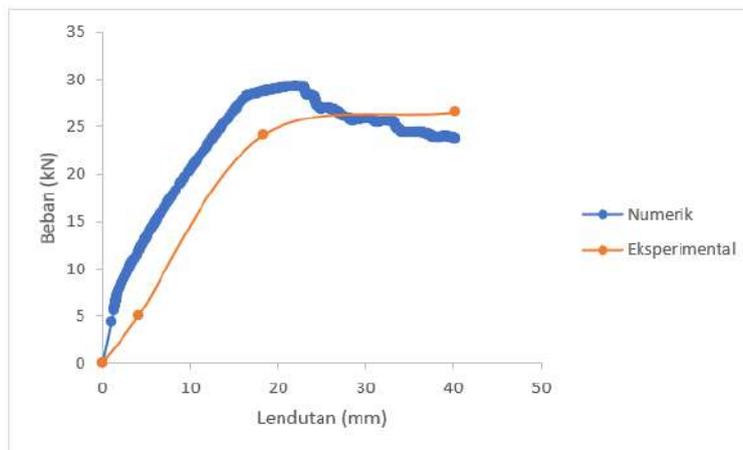
Gambar 5. Perbandingan Hasil Numerik dan Eksperimental Balok BN



Gambar 6. Perbandingan Hasil Numerik dan Eksperimental Balok BTR25



Gambar 7. Perbandingan Hasil Numerik dan Eksperimental Balok BTR50



Gambar 8. Perbandingan Hasil Numerik dan Eksperimental Balok BTR75

Tabel 3. Perbandingan Hasil Numerik dan Eksperimental Balok Validasi

Uraian	Beban Maksimum (kN)			Kapasitas Geser (kN)		
	Num.	Eksp.	Selisih (%)	Num.	Eksp.	Selisih (%)
BN	32,7164	25,7	27,301%	0,4401	3,0681	85,655%
BTR25	29,2181	30,78	5,074%	1,30905	0,5281	59,657%
BTR50	29,2388	28,24	3,536%	1,2987	1,7981	27,773%
BTR75	29,2908	26,57	10,240%	1,2727	2,6331	51,665%

Tabel 1 menunjukkan perbandingan hasil numerik dan eksperimental balok validasi.

1. Pada balok BN, selisih beban maksimum yang dikenakan pada balok antara eksperimental dan numerik yaitu sebesar 27,301%. Pola retak yang terjadi secara eksperimental maupun numerik sama-sama menunjukkan pola retak lentur. Selisih kapasitas geser balok antara eksperimental dan numerik yaitu sebesar 85,655%.
2. Pada balok BTR25, selisih beban maksimum yang dikenakan pada balok antara eksperimental dan numerik yaitu sebesar 5,074%. Pola retak yang terjadi secara eksperimental maupun numerik sama-sama menunjukkan pola retak lentur. Selisih kapasitas geser balok antara eksperimental dan numerik yaitu sebesar 59,657%.
3. Pada balok BTR50, selisih beban maksimum yang dikenakan pada balok antara eksperimental dan numerik yaitu sebesar 3,536%. Pola retak yang terjadi secara eksperimental maupun numerik sama-sama menunjukkan pola retak lentur. Selisih kapasitas geser balok antara eksperimental dan numerik yaitu sebesar 27,773%.

4. Pada balok BTR75, selisih beban maksimum yang dikenakan pada balok antara eksperimental dan numerik yaitu sebesar 10,240%. Pola retak yang terjadi secara eksperimental maupun numerik sama-sama menunjukkan pola retak lentur. Selisih kapasitas geser balok antara eksperimental dan numerik yaitu sebesar 51,665%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil validasi secara numerik terhadap uji eksperimental dengan *software ABAQUS CAE 2016*, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil analisis numerik dengan *software ABAQUS CAE 2016* memberikan hasil yang representatif terhadap penelitian sebelumnya. Dengan kata lain, pemodelan balok uji dapat dilakukan secara numerik dengan grafik trilinear yang menunjukkan kondisi *crack*, *yield* dan *ultimate*.
2. Beban maksimum yang dikenakan pada balok dengan kapasitas geser balok menjadi beberapa aspek menentukan dalam mengetahui pengaruh model dan jarak tulangan geser.
3. Pola retak yang dialami oleh balok dengan variasi model dan jarak tulangan geser dapat diamati sehingga pola retak yang terjadi dapat disimpulkan sebagai pola retak lentur.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A. (2017). *Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang*. Muhammadiyah University Press. Surakarta
- SNI 2847:2019 (Standar Nasional Indonesia). 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Sidiq, Z. N. (2019). *Efek Rasio Tulangan Transversal Terhadap Kapasitas Geser Balok Beton Bertulang*. Skripsi, Universitas Andalas. Diakses dari <http://scholar.unand.ac.id/44512/2/Bab%20I%20Pendahuluan.pdf>
- Tandilino, A. (2018). *Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang Sistem Rangka Dengan Variasi Jarak Spasi*. Skripsi, Universitas Hasanuddin. Diakses dari <https://pdfcoffee.com/qdownload/jurnal-beton-1-pdf-free.html>