

PEMODELAN PENGARUH MUTU BETON TERHADAP PERILAKU KERETAKAN PADA BALOK TINGGI BETON MUTU TINGGI MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA 3D *FULL SCALE SOLID*

Elia Anggarini¹, Irwandy Muzaidi²

Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin¹

Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin²

Jl. Gubernur Syarkawi, Kab. Barito Kuala Kalimantan Selatan

E-mail: eliaang@umbjm.ac.id

ABSTRAK

Beton mutu tinggi mempunyai kekuatan dan kinerja yang tinggi sehingga diharapkan memberikan ketahanan dan kekuatan serta keandalan struktur bangunan yang lebih baik dibanding dengan menggunakan beton mutu normal. Perilaku dan karakteristik balok tinggi sangat berbeda dengan perilaku dan karakteristik balok yang mempunyai perbandingan normal. Pada balok tinggi akan dominan terjadi keruntuhan geser, dimana keruntuhan bersifat getas tanpa adanya peringatan berupa lendutan yang berarti. Pada balok tinggi digunakan beton mutu tinggi agar ketahanan serta kekakuan struktur lebih seimbang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pola keruntuhan pada balok tinggi beton mutu tinggi akibat pengaruh mutu beton berupa keretakan. Penelitian ini melakukan pengujian menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan program komputasi ANSYS FEA *full scale*, membuat pemodelan balok tinggi dengan variasi mutu beton yaitu 65 Mpa, 70 Mpa, 80 Mpa dan 90 MPa, kemudian mengkaji hasil ANSYS FEA berupa pola retak yang terjadi setelah itu membuat kesimpulan hasil dari permodelan sesuai dengan tujuan. Beban yang diaplikasikan pada permodelan adalah beban yang diaplikasikan adalah *two point loads* dengan nilai pembebanan yang sama pada setiap model. Hasil menunjukkan keruntuhan yang terjadi hampir semuanya adalah keruntuhan lentur (tekan) pada daerah *loading plate*, sehingga pola keruntuhan akhir ditentukan oleh keruntuhan geser yang bersifat getas.

Kata kunci: Beton mutu tinggi, balok tinggi, ANSYS, pola retak

ABSTRACT

High strength concrete has high strength and performance so it is expected to provide durability and strength and reliability of building structures better than using normal strenght concrete. The behavior and characteristics of deep beams are very different from the behavior and characteristics of beams which have a normal comparison. In the deep beam the shear collapse will be dominant, where the collapse is brittle without warning of meaningful deflection. In deep beams high strenght concrete is used so that the durability and rigidity of the structure is more balanced. The purpose of this study is to analyze the collapse pattern in high quality concrete deep beam due to the influence of concrete quality in the form of cracks. This research tests using the finite element method with the help of ANSYS FEA full scale, making deep beam modeling with a variation of concrete quality that is 65 MPa, 70 MPa, 80 MPa and 90 MPa, then examines the results of ANSYS FEA in the form of crack patterns that occur after that makes conclusions from modeling in accordance with the objectives. The load applied to the model is the applied load are two point loads with the same loading value on each model. The results show that most of the collapse occurred was bending (compressed) collapse in the loading plate area, so that the final collapse pattern was determined by brittle shear failure.

Keywords: High strenght condrete, deep beam, ANSYS, crack pattern

PENDAHULUAN

Beton mutu tinggi mempunyai kekuatan dan kinerja yang tinggi sehingga diharapkan memberikan ketahanan dan kekuatan serta keandalan struktur bangunan yang lebih baik dibanding dengan menggunakan beton mutu normal. Pada balok tinggi digunakan beton mutu tinggi agar ketahanan serta kekakuan struktur lebih seimbang.

Perilaku dan karakteristik balok tinggi sangat berbeda dengan perilaku dan karakteristik balok yang mempunyai perbandingan normal. Pada

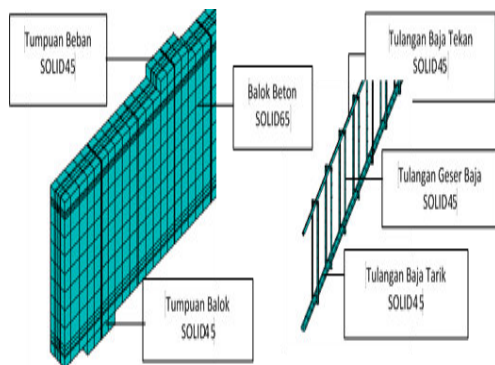
balok tinggi akan dominan terjadi keruntuhan geser, dimana keruntuhan bersifat getas (brittle) tanpa adanya peringatan berupa lendutan yang berarti. Keruntuhan geser diakibatkan oleh gaya geser yang mengakibatkan terjadinya retak miring pada balok, dan setelah retak ini terjadi, mekanisme transfer gaya geser akan disumbangkan oleh aksi pelengkung (arching action).

Adapun tujuan dari penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pola keruntuhan pada balok tinggi beton mutu tinggi akibat pengaruh mutu beton berupa keretakan

METODE

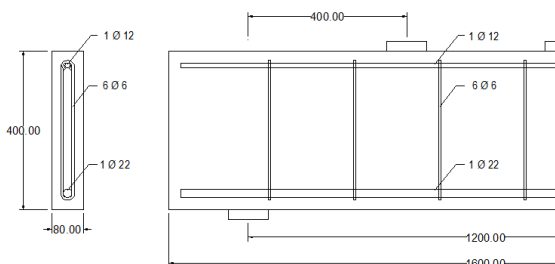
Metode penelitian yang digunakan adalah:

(2) Studi literatur dilakukan dengan mendalami materi yang relevan dengan penelitian, yang meliputi berbagai buku teks, jurnal ilmiah, peraturan dan Standar Nasional maupun internasional. Pada permodelan elemen hingga, ada sistem di mana peneliti harus menentukan terlebih dahulu bagaimana dan dengan cara apa mengambil sudut pandang, perlakuan, serta perilaku alami suatu bahan menyusun sampel percobaan tersebut. (2) Modeling, penelitian ini dilakukan dengan cara permodelan balok tinggi beton bertulang dengan menggunakan analisis elemen hingga dengan bantuan software komputasi ANSYS versi 9.0. Pada permodelan akan dilakukan secara 3D *full scale solid element* untuk seluruh bagian elemen. Hasil analisis yang akan diperoleh pola keretakan yang terjadi pada kondisi retak pertama (first crack) dan retak ultimit (ultimit crack). Pendeskripsian *element types* untuk input ANSYS balok tinggi dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 2. Element Types untuk Input ANSYS

Dalam penelitian ini diambil kasus struktur beton bertulang mengalami kenaikan nilai kuat tekan beton (f_c') yaitu 65 MPa, 70 MPa, 80 MPa dan 90 MPa. Model struktur beton bertulang dapat dilihat pada **Gambar 2** dan **Tabel 1**.



Gambar 2. Model Balok Tinggi

Konfigurasi model ANSYS yang dilakukan dari penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

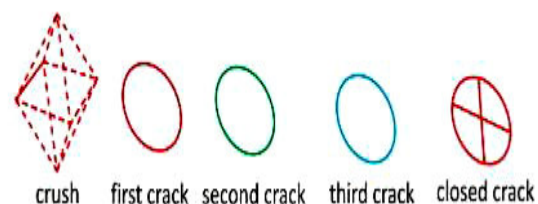
Tabel 3. Konfigurasi model ANSYS

Kode	Mutu Beton (Mpa)
EA.IM.BT.65	65
EA.IM.BT.70	70
EA.IM.BT.80	80
EA.IM.BT.90	90

Untuk menghindari keruntuhan secara tiba-tiba pada balok beton, pembebanan pada FEM secara bertahap (load step) diperkecil dibagi antara minimal 20 substep maksimal 100 substep. (3) Implementasi Modeling, balok tinggi yang digunakan dalam analisa elemen hingga dengan ANSYS ada dua jenis model, yaitu balok tinggi yang dianalisa sesuai uji eksperimental Arabzadeh, dkk (2011) (balok tinggi validasi) dan model yang dikembangkan berdasarkan variasi terhadap mutu beton. Hasil analisis ANSYS nantinya akan menggambarkan perilaku balok tinggi terhadap beban ultimit yang diberikan berupa defleksi, keretakan, dan kehancuran beton. Kemudian hasil tersebut akan dibandingkan dengan hasil eksperimental sebelumnya untuk mendapatkan suatu pola keretakan balok tinggi. Hasil finite element analysis dengan bantuan program ANSYS akan dianalisis menggunakan regresi polinomial untuk menentukan persamaan dari hasil permodelan. (4) Analisis Hasil, hasil analisis dari ANSYS akan menggambarkan perilaku retak yang terjadi akibat beban ultimit yang diberikan. Berikut adalah Simbol Retak pada ANSYS Ed. 9.0:

1. Symbol Retak Keruntuhan Tekan

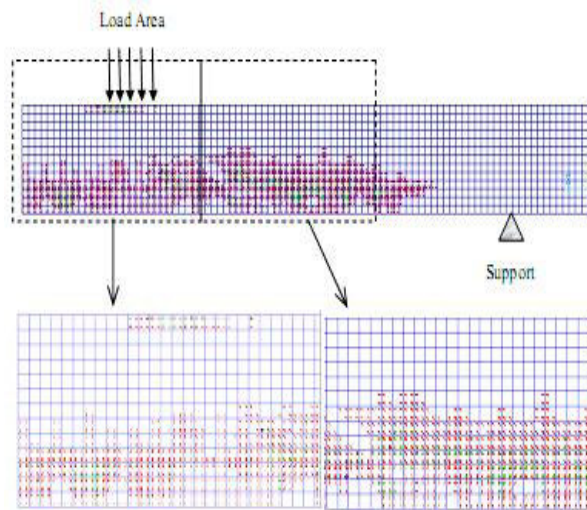
Pola retak hasil ANSYS Ed. 9.0 pada keruntuhan tekan biasanya terjadi pada elemen struktur yang mengalami gaya tekan seperti kolom, yang berbentuk bulatan dengan urutan retak, retak pertama berwarna merah, retak kedua berwarna hijau dan retak ketiga berwarna biru. Selain itu untuk retak tertutup ditunjukkan dengan simbol bulat bergaris vertikal dan horizontal sedangkan retak crussing ditunjukkan dengan simbol segitiga, dapat dilihat pada **Gambar 3**.



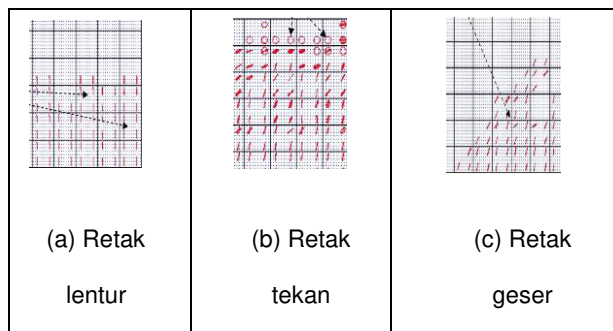
Gambar 3. Simbol Retak

2. Simbol Retak Keruntuhan Lentur dan Geser

Simbol retak lentur ditunjukkan dengan garis vertikal dan retak geser ditunjukkan dengan garis lurus menyudut atau miring, serta keruntuhan pada daerah tekan ditunjukkan dengan simbol bulatan, dengan urutan retak berwarna merah, hijau dan biru, dapat dilihat pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**.



Gambar 4. Pola Retak Akibat Beban



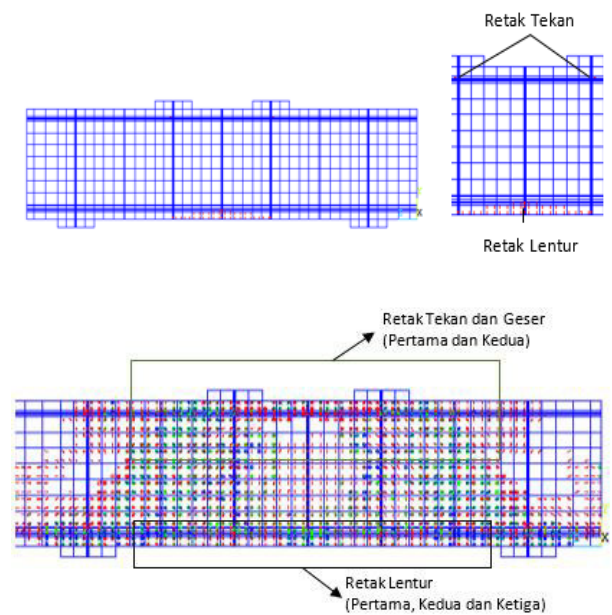
Gambar 5. Pola Retak Terjadi pada ANSYS

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil dari analisis software ANSYS dapat diketahui pola retak yang terjadi pada setiap model benda uji.

1. Model EA.IM.BT.65

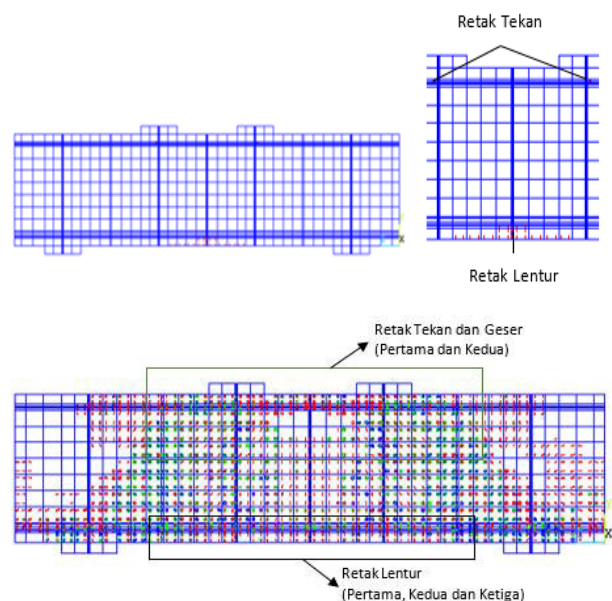
Pada **Gambar 6** dapat dilihat saat retak pertama (load step 0,15) retak terjadi pada daerah lapangan berupa retak lentur dan retak tekan dengan beban sebesar $P = 90$ kN. Pada saat retak ultimit, keretakan terjadi pada tumpuan, pelat beban dan tengah bentang dan terlihat retak geser dengan sebaran menyudut. Sedangkan pada daerah tarik, retak yang terjadi semakin parah. Retak ultimit saat load step 0,75 terjadi pada daerah geser balok dengan beban sebesar $P = 450$ kN.



Gambar 6. Pola Retak pada Retak pertama dan kedua model EA-IM-BT-65

2. Model EA.IM.BT.70

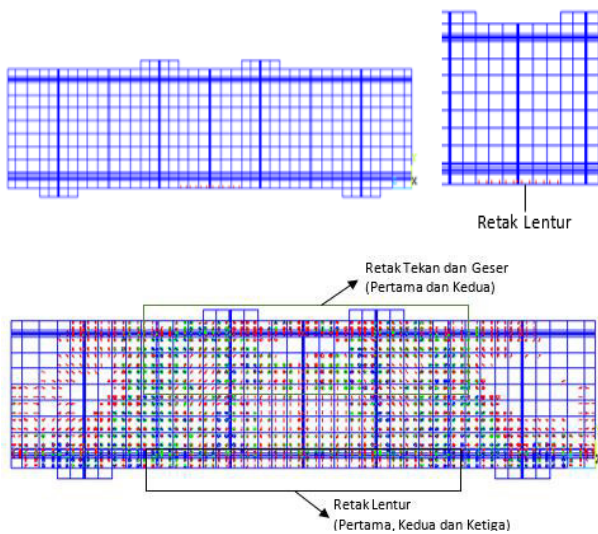
Dapat dilihat pada **Gambar 7** saat retak pertama, retak terjadi pada daerah lapangan berupa retak lentur dan pada daerah pelat beban terjadi retak tekan pada saat load step 0,15 dengan beban sebesar $P = 90$ kN. Pada saat retak ultimit, keretakan terjadi pada tumpuan, pelat beban dan tengah bentang dan terlihat retak geser dengan sebaran menyudut. Sedangkan pada daerah tarik retak yang terjadi semakin parah. Retak ultimit saat load step 0,8 terjadi pada daerah geser balok dengan beban sebesar $P = 480$ kN.



Gambar 7. Pola Retak pada Retak pertama dan kedua model EA-IM-BT-70

3. Model EA.IM.BT.80

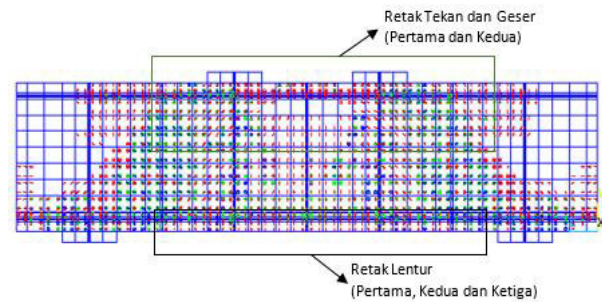
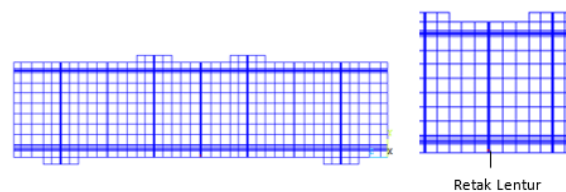
Pada **Gambar 8** saat retak pertama, retak terjadi hanya pada daerah lapangan berupa retak lentur pada saat load step 0,15 dengan beban sebesar $P = 90$ kN. Dengan adanya peningkatan kuat tekan beton retak pada daerah lentur balok sedikit berkurang di bandingkan model sebelumnya. Pada saat retak ultimit, terjadi pada tumpuan, pelat beban dan tengah bentang dan terlihat retak geser dengan sebaran menyudut. Sedangkan pada daerah tarik retak yang terjadi semakin parah. Retak ultimit saat load step 0,85 terjadi pada daerah geser balok dengan beban sebesar $P = 510$ kN.



Gambar 8. Pola Retak pada Retak perta dan kedua model EA-IM-BT-80

4. Model EA.IM.BT.90

Dapat dilihat pada **Gambar 9** saat retak pertama, retak terjadi hanya pada daerah lapangan berupa retak lentur pada saat load step 0,15 dengan beban sebesar $P = 90$ kN. Dengan adanya peningkatan kuat tekan beton retak pada daerah lentur balok sedikit berkurang di bandingkan model sebelumnya. Pada saat retak ultimit, terjadi pada tumpuan, pelat beban dan tengah bentang dan terlihat retak geser dengan sebaran menyudut. Sedangkan pada daerah tarik retak yang terjadi semakin parah. Retak ultimit saat load step 0,9 terjadi pada daerah geser balok dengan beban sebesar $P = 540$ kN.



Gambar 9. Pola Retak pada Retak perta dan kedua model EA-IM-BT-90

Dari gambar 6 sd 9 dapat dilihat dimana dilakukan penambahan nilai kuat tekan beton, retak mula-mula terjadi pada daerah tarik tengah bentang berupa retak lentur dan pada daerah tekan pada posisi loading plat berupa retak tekan, kemudian seiring bertambahnya beban secara bertahap (load step) retak pada daerah geser balok terjadi retak geser, retak berangsur menjalar menyudut yang terjadi antara perletakan menuju loading plat, pola retak menyudut pada saat beban ultimit membentuk sudut antara 45° sampai 65° yang menimbulkan keruntuhan berupa keruntuhan geser yang menyebabkan keruntuhan bersifat getas.

Dari hasil analisis ANSYS juga didapatkan volume keretakan yang terjadi pada setiap model. Persentasi perbedaan pola retak yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Kode	Beban P_{ult} (kN)	Vol. Retakan (mm^3)	Vol. Beton Balok Tinggi (mm^3)	Prosentase Retak (%)
EA.IM.BT.65	450	$4,267 \times 10^7$	$5,120 \times 10^7$	83,33
EA.IM.BT.70	480	$4,523 \times 10^7$	$5,120 \times 10^7$	88,33
EA.IM.BT.80	510	$4,864 \times 10^7$	$5,120 \times 10^7$	95,00
EA.IM.BT.90	540	$5,035 \times 10^7$	$5,120 \times 10^7$	98,33

Dari **Tabel 2** dapat dilihat bahwa dengan menaikkan nilai mutu beton (mutu tinggi) maka beban ultimit yang dapat ditahan besar pula, maka meningkat pula beban ultimit balok tersebut, dan retak yang terjadi pun meningkat. Bahkan pada model balok EA.IM.BT.90 mengalami keretakan yang sangat parah mencapai 98,33% dengan reduksi volume beton sebesar 18%.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis permodelan software ANSYS terhadap balok tinggi dapat disimpulkan bahwa pada model yang variasi mutu beton hampir keruntuhan yang terjadi hampir semuanya adalah keruntuhan lentur (tekan) pada daerah *loading plate*, sehingga pola keruntuhan akhir ditentukan oleh keruntuhan geser yang bersifat getas. Peningkatan mutu beton juga dapat menyebabkan volume keretakan mengikat pula,

bahkan dilihat pada saat beban tertinggi beton mengalami keretakan hampir 100%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan penghargaan sebesar-besarnya kepada Fakultas Teknik UM Banjarmasin yang telah membantu dalam segala hal sehingga dapat selesainya penelitian ini dan juga kepada Program Studi S1 Teknik Sipil UM Banjarmasin yang telah memberikan dukungan moril terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arabzadeh. A, R. Aghayari, Ali Reza Rahai (2011), Investigation of Experimental and Analytical Shear Strength of Reinforced Concrete Deep Beams. International Journal of Civil Engineering.
- Darmansyah Tjitradi, Eliatun Eliatun and Syahril Taufik (2017), 3D ANSYS Numerical Modeling of Reinforced Concrete Beam Behavior under Different Collapsed Mechanisms, International

Journal of Mechanics and Applications, Volume 7(1): pp. 14-23 DOI: 10.5923/j.mechanics.20170701.02.

- Darmansyah Tjitradi (2015), Permodelan Perilaku Keruntuhan Balok Tinggi Beton Bertulang Menggunakan Ansys, Program Magister Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- Swami P. S, Patil S. S, and Kore P. N, (2015), Behavior Of Concrete Deep Beams With High Strength Reinforcement, International Journal Of Current Engineering And Scientific Research (Ijcesr) Volume-2, Issue-9.
- Umesh Wani, Prof. Sanjay Bhadke (2017), Deep Beam Analysis Using FEM Program and ANSYS for ISO - parametric elements, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Special Issue 11.
- Wight, J.K., MacGregor, J.G. (2012). Reinforced Concrete: Mechanics & Design, 6th ed. Pearson (New Jersey).

