

19_ALL-
PROSIDING_TEKNIK_SIPIL_UNSY
IAH_2015.pdf
by

Submission date: 19-Apr-2023 11:06PM (UTC+0700)

Submission ID: 2069436655

File name: 19_ALL-PROSIDING_TEKNIK_SIPIL_UNSYIAH_2015.pdf (1.53M)

Word count: 2893

Character count: 16776

PERMODELAN KERUNTUHAN BALOK BETON BERTULANG MENGGUNAKAN FEM

Darmansyah Tjitradi

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km.33, Banjarbaru, Kalimantan Selatan-70714, email: tjitradi_syah@yahoo.com

Abstract: *This paper is the result of three dimensional FE modeling of the collapse behavior of reinforced concrete beam structures using ANSYS Software V.9. The purpose of this study was to determine the load capacity, deformation, and crack pattern that occurs in a single reinforced concrete beam. In this study, the RC beams will be modeled by two simple beam specimens of 200mmx400mmx3000mm with single reinforced concrete 2D16 and 2D30 representing of collapse under-reinforced and over-reinforced condition. Concentrated load at mid span has been applied to the RC beams that the collapse behavior was observed from the first crack load up to its collapse. Results from this study indicate that the reinforced concrete beams can be modeled and analyzed appropriately using ANSYS software. Behavior of RC beams can be described by manual analysis and FEA that beam with under-reinforced condition is more ductile than that of the over-reinforced beam.*

Keywords: *beam concrete, under-reinforced, over-reinforced, ANSYS, FEA*

Abstrak: Tulisan ini merupakan hasil permodelan 3D FE komputer Software ANSYS Version 9.0 terhadap perilaku keruntuhan elemen struktur balok beton bertulang. Tujuan dari penelitian ini adalah ingin mengetahui kapasitas beban, deformasi, dan pola retak yang terjadi pada balok beton bertulangan tunggal. Dalam penelitian ini akan dimodelkan secara manual dan software ANSYS sebanyak dua benda uji balok beton bertulang 200mmx400mmx3000mm bertumpuan sederhana dengan tulangan tunggal 2D16 dan 2D30 untuk mewakili kondisi keruntuhan tarik dan 2D30 untuk mewakili kondisi keruntuhan tekan. Balok akan dibebani beban terpusat ditengah bentang dan diamati perilaku keruntuhannya mulai dari beban retak pertama sampai dengan keruntuhannya. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa balok beton bertulang dapat dimodelkan dan dianalisis dengan menggunakan software ANSYS. Perilaku balok beton bertulang dapat dijelaskan secara manual dan FEM bahwa balok dengan kondisi keruntuhan tarik memiliki perilaku keruntuhan yang lebih daktil dibanding dengan balok kondisi keruntuhan tekan.

Kata Kunci: balok beton, keruntuhan tarik, keruntuhan tekan, ANSYS, FEA

PENDAHULUAN

Balok adalah merupakan komponen struktural suatu konstruksi yang memiliki peran untuk memikul beban lentur, geser, dan aksial. Dalam memikul beban struktur balok akan mengalami gaya-gaya dalam berupa momen, geser, dan normal serta juga akan mengalami deformasi. Balok yang menggunakan material beton akan mempunyai kelemahan dalam hal menahan tarik maka untuk menambah kekuatan tarik dari beton digunakanlah tulangan baja yang dipasang didaerah tarik. Penambahan tulangan tarik pada balok beton akan menyebabkan perbedaan pola keruntuhan beton yang terjadi. Dalam desain lentur tulangan tarik harus didesain memenuhi persyaratan daktilitas agar keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan tarik yang bersifat daktil, dan harus dihindari desain tulangan dengan keruntuhan tekan yang bersifat mendadak/ getas. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan mempelajari perilaku keruntuhan elemen struktur balok beton bertulangan tunggal dengan kondisi keruntuhan tarik dan tekan yang akan dianalisis menggunakan permodelan komputer software

ANSYS version 9.0, dan dianalisis manual menurut SNI-03-2847-2002.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui hubungan antara beban dengan deformasi yang terjadi pada balok.
2. Untuk mengetahui perilaku retak yang terjadi pada setiap model balok.

KAJIAN PUSTAKA

a) Perilaku Keruntuhan Balok Beton

Dengan berdasarkan rasio tulangan tarik baja terpasang (ρ_t) keruntuhan balok beton dapat dibedakan menjadi 3 pola keruntuhan, yaitu:

1. Keruntuhan Seimbang (balance reinforced)

$$\rho_t = \rho_b$$

$$\rho_t = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots (1)$$

2. Keruntuhan Tarik (under reinforced)

$$\rho_t \leq 0,75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_t \leq 0,75 \cdot \left[\frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \right] \dots\dots\dots (2)$$

3. Keruntuhan Tekan (over reinforced)

$$\rho_t > 0,75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_t > 0,75 \cdot \left[\frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \right] \dots\dots\dots (3)$$

Model benda uji balok penelitian ini mengambil balok dengan keruntuhan tarik dan keruntuhan tekan.

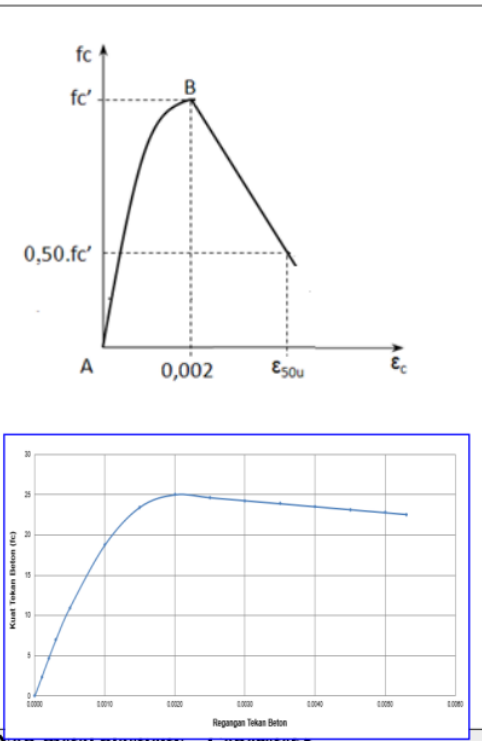
b) Model Beton Bertulang (Reinforced Concrete)

Untuk memodelkan material beton bertulang digunakan model 8 elemen Solid (SOLID65) dengan tiga derajat kebebasan pada setiap titiknya dan terjadi translasi pada arah x, y, and z. Elemen ini juga mempunyai kemampuan untuk berdeformasi plastis, retak dalam arah x, y, dan z. (L. Dahmani, et.al, 2010). Model kurva tegangan-regangan beton mutu normal yang digunakan adalah model tegangan-regangan beton menurut Kent-Park (1971) (Park, R., dan T. Paulay, 1975) (lihat Tabel 1).

Data sifat penampang yang akan digunakan dalam permodelan ANSYS dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Material Beton SOLID 65

Linear - Elastic - Isotropic		
Modulus Elastisitas Beton, E_c	24.375 MPa	
Poisson Rasio, ν	0,20	
Nonlinear – Multinlinear Kinematic Hardening		
Regangan (ϵ_c)	Tegangan (f_c)	
0	0	
0,00010	2,4375	
0,00015	3,6094	
0,00040	9,0000	
0,00060	12,7500	
0,00100	18,7500	
0,00140	22,7500	
0,00180	24,7500	
0,00200	25,0000	
0,00240	22,3720	
0,00280	19,7430	
0,00300	18,4290	
0,00320	17,1150	
0,00340	15,8000	
0,00360	14,4860	
0,00380	13,1720	
0,00400	11,8580	
0,00420	10,5440	
0,00440	9,2290	
Nonlinear – Inelastic – Non-metal plasticity – Concrete05		
Open shear transfer coefficient	0,30	
Closed shear transfer coefficient	1,00	
Uniaxial cracking stress	3,50 MPa	$(f_r=0,70\sqrt{f_c'})$
Uniaxial crushing stress	25 MPa	(f_c')
Tensile crack factor	0,60	



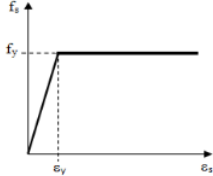
c) Model Tulangan Baja (Steel Reinforcement)

Untuk memodelkan tulangan baja lentur digunakan tipe elemen SOLID 45, tulangan baja di idealisasikan sebagai elemen batang aksial (Link spar element) atau LINK 8 dengan sifatnya seperti tulangan aslinya namun berupa garis. Elemen ini dapat langsung dihasilkan dari titik-titik dalam model dan mudah digunakan dalam memodelkan tulangan baja suatu beton bertulang. (L. Dahmani, A, 2010) (lihat Tabel 2).

Model hubungan tegangan-regangan baja yang digunakan adalah model Bilinear Isotropic Hardening, dengan data material dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Material Tulangan Lentur Tarik Baja SOLID 45

Linear - Elastic - Isotropic	
Modulus Elastisitas Baja, E_s	200.000 MPa
Poisson Rasio, ν_s	0,30
Nonlinear – Inelastic – Rate Independent – Isotropic Hardening plasticity – Mises Plasticity – Bilinear Isotropic Hardening	
Tegangan leleh Baja, f_y	400 MPa



d) Model Tumpuan Baja (Support)

Tumpuan baja menggunakan model SOLID 45 dengan material kondisi linier dan data dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Material Tumpuan Baja SOLID 45

Linear - Elastic - Isotropic		Kondisi Linear
Modulus Elastisitas Baja, E_s	$2,0 \times 10^5$ MPa	
Poisson Rasio, ν_s	0,30	

METODE PENELITIAN

a) Analisis Manual Balok Beton Bertulang

Analisis manual beban retak, dan beban ultimit serta lendutan balok berdasarkan peraturan SNI-03-2847-2002. Kemudian dibuat grafik hubungan beban lentur dan lendutan yang akan dibandingkan dengan grafik hasil FEM ANSYS.

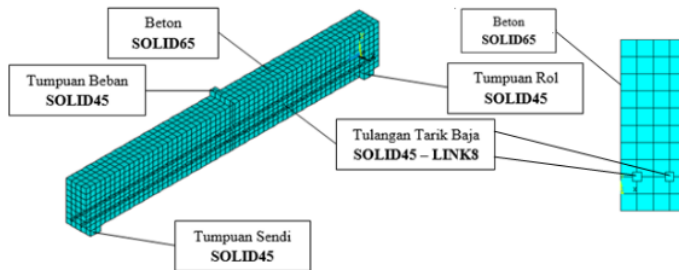
b) Permodelan Elemen Balok Beton Bertulang dengan menggunakan ANSYS

Dalam penelitian ini diambil kasus elemen balok beton bertulang mutu normal sebanyak 2 buah yang mewakili balok bertulangan tunggal kondisi *under reinforced* dan *over reinforced* dengan dimensi: lebar 200 mm, dan tinggi 400 mm, dan panjang total balok yang ditinjau 3000 mm, dan panjang balok dari as ke as tumpuan sebesar 2800 mm, model struktur beton bertulang dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 4. Balok kemudian dibebani ditengah bentang dengan beban terpusat, dan diamati nilai beban dan lendutannya mulai dari beban retak pertama sampai dengan keruntuhannya.

Tabel 4. Konfigurasi Model Elemen Balok Tulangan Tunggal Beton Bertulang

No.	Kode Benda Uji	Tulangan Lentur Baja (ρ_t)		Kondisi
		Tarik	%	
1	BUR-200.400	2D16	0,574	Under Reinforced ($\rho_t \leq \rho_{maks}$)
2	BOV-200.400	2D30	2,019	Over Reinforced ($\rho_t > \rho_{maks}$)

Ket: BUR-X.Y = Balok Under Reinforced dengan lebar X dan tinggi Y
 BOR-X.Y = Balok Over Reinforced dengan lebar X dan tinggi Y
 $\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 2,032\%$

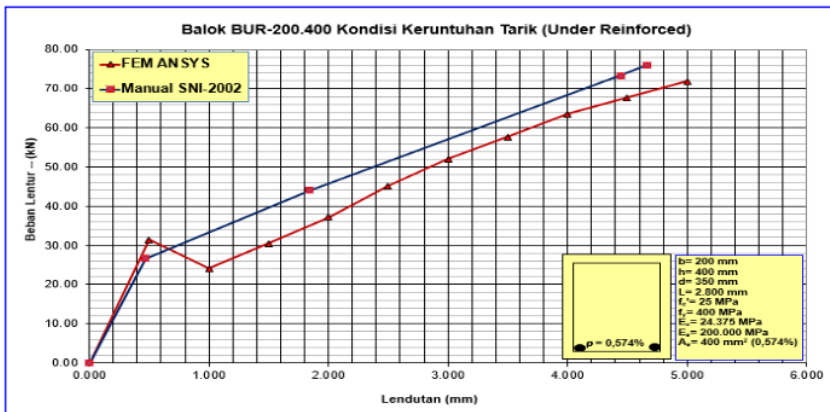


Gambar 1. Permodelan Balok Beton Bertulang menggunakan Software ANSYS

HASIL PEMBAHASAN

a) Analisis Beban dan Lendutan Balok Kondisi Keruntuhan Tarik

Berdasarkan hasil dari analisis manual dan software ANSYS dapat diketahui hubungan antara beban dan lendutan yang terjadi pada balok beton dengan kondisi keruntuhan tekan. Dari Gambar 2 dan Tabel 5 dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan yang tidak terlalu besar pada nilai lendutan yaitu sebesar 6,60% pada saat retak pertama dan sebesar 7,10% pada saat beban ultimit. Sedangkan nilai beban pada saat retak pertama terdapat perbedaan sebesar 18% dan sebesar 5,60% pada saat beban ultimit.



Gambar 2. Permodelan Balok Kondisi Keruntuhan Tarik (BUR-200.400)

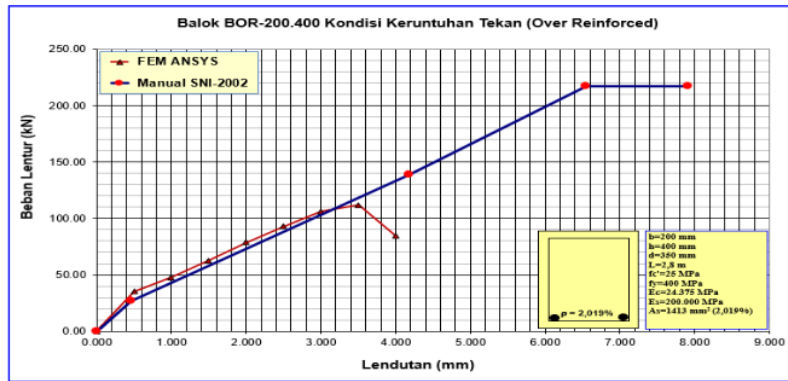
Tabel 5. Hasil Analisis Beban dan Lendutan Manual dan FEM ANSYS Balok BUR-200.400

No.	Kondisi	Manual SNI-02		FEM ANSYS		Rasio FEM/Manual	
		Beban (kN)	Lendutan (mm)	Beban (kN)	Lendutan (mm)	Beban	Lendutan
1	Beban Retak Pertama	26,667	0,469	31,479	0,500	1,180	1,066
2	Beban	76,	4,668	71,8	5,000	0,94	1,071

Ultimit	076	32	4
---------	-----	----	---

b) Analisis Beban dan Lendutan Balok Kondisi Keruntuhan Tekan

Berdasarkan hasil dari analisis manual dan software ANSYS dapat diketahui hubungan antara beban dan lendutan yang terjadi pada balok beton dengan kondisi keruntuhan tekan. Dari Gambar 3 dan Tabel 6 dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan yang besar pada nilai lendutan yaitu sebesar 6% pada saat retak pertama dan sebesar 55,76% pada saat beban ultimit. Sedangkan nilai beban pada saat retak pertama terdapat perbedaan sebesar 32% dan sebesar 48,30% pada saat beban ultimit.



Gambar 3. Permodelan Balok Kondisi Keruntuhan Tekan (BOR-200.400)

Tabel 6. Hasil Analisis Beban dan Lendutan Manual dan FEM ANSYS Balok BOR-200.400

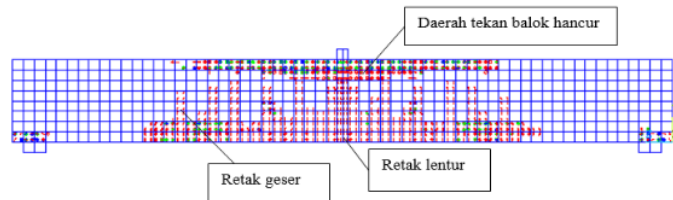
No.	Kondisi	Manual SNI-02		FEM ANSYS		Rasio FEM/Manual	
		Beban	Lendutan	Beban	Lendutan	Beban	Lendutan
		(kN)	(mm)	(kN)	(mm)		
1	Beban Retak Pertama	26,667	0,469	35,2083	0,500	1,320	1,06
2	Beban Ultimit	216,799	7,913	111,995	3,500	0,517	0,442

c) Pola Retak Balok Keruntuhan Tarik

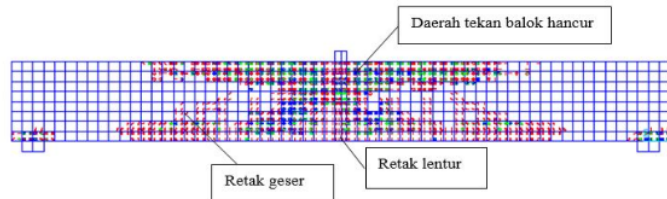
Pola retak yang terjadi pada saat awal adalah retak lentur kemudian seiring dengan meningkatnya retak menuju ke tengah tinggi balok dan terjadi retak beton lanjutan yaitu berupa retak geser beton serta terakhir menuju ke arah tekan balok. Terlihat keruntuhan akhir penampang beton adalah berupa hancurnya daerah tekan beton (lihat Gambar 4).

d) Pola Retak Balok Keruntuhan Tekan

Pola retak yang terjadi pada saat awal adalah retak lentur kemudian seiring dengan meningkatnya retak menuju ke tengah tinggi balok dan terjadi retak beton lanjutan yaitu berupa retak geser beton serta terakhir menuju ke arah tekan balok. Terlihat keruntuhan akhir penampang beton adalah berupa hancurnya daerah tekan beton (lihat Gambar 5).



Gambar 4. Permodelan Balok Kondisi Keruntuhan Tarik (BUR-200.400)



Gambar 5. Permodelan Balok Kondisi Keruntuhan Tekan (BOR-200.400)

PENUTUP

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Balok beton bertulang dapat dimodelkan dengan menggunakan software ANSYS dan dapat diperoleh hasil yang mendekati manual.
2. Balok dengan kondisi keruntuhan tarik memiliki lendutan yang lebih besar dibandingkan kondisi keruntuhan tekan (hasil FEM ANSYS).
3. Balok dengan kondisi keruntuhan tarik memiliki perilaku keruntuhan yang lebih daktail dibandingkan kondisi keruntuhan tekan (hasil FEM ANSYS).
4. Balok dengan kondisi keruntuhan tarik daerah tekan beton kerusakannya lebih sedikit dibandingkan dengan kondisi keruntuhan tekan (hasil FEM ANSYS).
5. Hasil analisis manual menurut SNI-2002 lebih mendekati hasil FEM ANSYS pada kondisi beban sebelum retak/ elastis dan pada saat beban ultimit pada kondisi keruntuhan tarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Kent, D. C. and Park, R., 1971. *Flexural Members with Confined Concrete*, Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 97, pp. 1969 - 1990.
- L. Dahmani, A. Khennane, and S. Kaci, 2010. *Crack Identification In Reinforced Concrete Beams Using Ansys Software*, Strength of Materials, Vol. 42, No. 2, Springer Science + Business Media, Inc.
- SNI 03-2847-2002, 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, BSN.

19_ALL-PROSIDING_TEKNIK_SIPIL_UNSYIAH_2015.pdf

ORIGINALITY REPORT

14%

SIMILARITY INDEX

12%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

1%

★ **anzdoc.com**

Internet Source

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On