

## PENGARUH KEKUATAN BALOK INDUK TERHADAP DIMENSI BALOK ANAK PADA BETON BERTULANG

Tahan

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Palangka Raya

E-mail: [utuntahan10@gmail.com](mailto:utuntahan10@gmail.com)

### ABSTRAK

Beton secara umum digolongkan menjadi dua golongan yaitu mutu normal dan mutu tinggi. Sampai saat ini banyak dipakai dalam pembangunan. Beton mutu normal berkisar antara 20 Mpa-58 Mpa, sedangkan beton mutu tinggi berkisar di atas 58 Mpa. Aplikasi dalam struktur bangunan salah satunya adalah dimensi dan letak balok anak terhadap kekuatan balok induk dalam suatu struktur bangunan gedung bertingkat. Untuk menganalisa pengaruh balok anak terhadap balok induk dan *Finite Element Analysis* (FEA) menggunakan ANSYS dengan SOLID65, SOLID45, LINK8 dengan ukuran balok induk dan balok anak yang berbeda-beda dengan ukuran balok induk tipe A ukuran 30/40 dan balok anak ukuran masing-masing 20/40, 25/40, 30/40, balok induk tipe B dengan ukuran 30/50, balok anak ukurannya 25/50, 25/40, 25/35 dan balok induk tipe C dengan ukuran 40/60 dengan ukuran balok anak 35/60, 35/50, 35/40. Material baja yang digunakan mempunyai tegangan utama masing-masing untuk tegangan tulangan utama 400 Mpa, tegangan tulangan sengkang 200 Mpa, tegangan mutu beton normal 25 Mpa, tegangan perletakkan 400 Mpa, modulus elastisitas baja 200.000 Mpa. Berdasarkan FEA didapatkan perbandingan pengaruh balok anak terhadap balok induk untuk beban terpusat dari hasil perbandingan tipe A, B dan C tipe yang memiliki kemampuan memikul beban terpusat yang tinggi adalah tipe C dengan beban terpusat yang mampu dipikulnya sebesar 69.000 kN dengan deformasi yang terjadi sebesar 74.000 mm dan pengaruh tegangan terjadi sebesar 18.710 Mpa dengan penyebaran gaya yang kurang baik, untuk mengatasi penyebaran gaya yang baik maka beban yang dipikulnya harus sebesar 70 % dari 69.000 kN, pada balok tipe C dengan ukuran balok induk 40/60 dan balok anak dengan ukuran 35/60 sehingga dapat disimpulkan bahwa balok induk dan balok anak harus mempunyai dimensi tinggi yang sama tapi lebar balok anak lebih kecil dari balok induk dengan beban yang dipikulnya 70 % dari beban maksimum.

**Kata Kunci : Beton mutu normal, Beban maksimum, Deformasi, Tipe balok induk dan balok anak**

### ABSTRACT

*Generally, concrete can be categorized into normal quality concrete and high quality concrete, both are commonly used in construction. Normal quality concrete has approximately 20 MPa to 58 MPa quality, while the high quality concrete has higher than 58 MPa. One of the applications of these concrete in structure is the dimension and joist position toward the beam's strength in a storey structure. To analyse the effect of joist toward beam, Finite Element Analysis (FEA) is applied with the following: Utilizing ANSYS with SOLID65, SOLID45, LINK8 with varying size of joist and beam such as type A beam by the size of 30/40 and joist by the size of 20/40, 25/40, 30/40, type B beam by the size of 30/50 and joist size of 25/50, 25/40, 25/35 and type C beam by the size of 40/60 and the joist size of 35/60, 35/50, 35/40. Steel material being used each has 400 MPa for the main reinforcement tension, 200 MPa for the stirrup reinforcement, normal quality concrete tension of 25 MPa, placement tension of 400 MPa, steel modulus elasticity of 200,000 MPa. Based on the FEA it is obtained that the comparison of joist influence toward the beam is centered from the comparison result of*

type A, B, and C where the type that has the capacity to sustain focused weight is type C, with focused weight capacity of 69.2000 kN with 74.000 mm deformation and 18.710 MPa tension effect with less efficient force distribution. To improve the force distribution, the sustained weight must be 70 percent of 69.000 kN in type C with 40/60 beam size and 35/60 joist size. It is concluded that the beam and joist must have the same height dimension but the joist's width must be smaller than the beam, while the sustained weight is 70 percent of the maximum weight.

**Keywords:** Normal quality concrete, maximum weight, deformation, type of beam and joist.

## PENDAHULUAN

Beton adalah material konstruksi yang banyak dipakai sampai saat ini dibandingkan dengan material lain seperti kayu dan baja. Hal ini dikarenakan material penyusunnya mudah didapat, mempunyai kekuatan yang cukup kuat, keawetan, proses pembuatannya mudah dan segi keekonomisan harganya terjangkau. Beton secara umum digolongkan menjadi dua golongan, yaitu beton mutu normal dan beton mutu tinggi. Beton mutu normal adalah beton yang mempunyai mutu berkisar 20 Mpa sampai dengan 58 Mpa dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Sedangkan beton mutu tinggi adalah beton yang mempunyai mutu diatas 58 Mpa dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah atau agregat buatan dengan campuran bahan tambah (additive) serta metode pelaksanaan yang disesuaikan dengan kebutuhan kuat tekannya (SNI-03-2847-2002).

Dalam penelitian ini, dirumuskan permasalahan analisis pengaruh variasi dimensi lebar balok anak terhadap kekuatan balok induk pada portal beton bertulang dengan tinggi balok anak sama dengan tinggi balok induk, serta analisis pengaturan dimensi letak balok anak, dan perilaku keruntuhan balok induk dengan variasi tinggi balok anak terhadap sisi atas dan bawah balok induk.

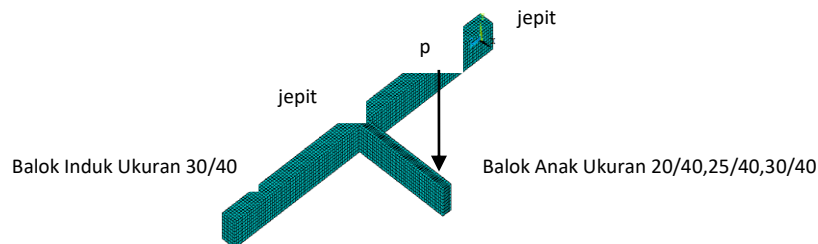
Tujuan dalam penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh variasi dimensi lebar balok

anak terhadap kekuatan balok induk pada portal beton bertulang dengan tinggi balok anak sama dengan tinggi balok induk. Serta untuk mengetahui dimensi letak balok anak, dan perilaku keruntuhan balok induk dengan variasi tinggi balok anak terhadap sisi atas dan bawah balok induk.

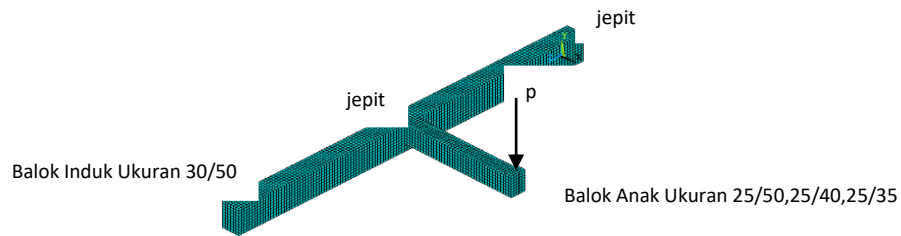
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan memodelkan balok induk dan anak beton bertulang dengan menggunakan analisis metode tiga dimensi elemen hingga dengan bantuan komputasi ANSYS Hasil analisis yang akan diperoleh berupa *nodal displacement*, elemen gaya and momen, lendutan dan diagram *stress contour*. Analisis ini akan menggambarkan perilaku keretakan dan keruntuhan.

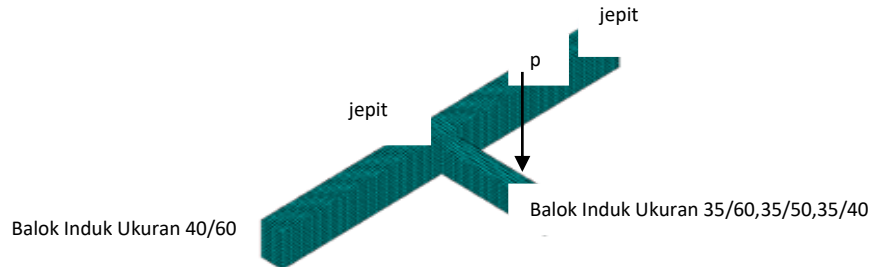
Analisis permodelan ini dilakukan untuk mengetahui dan memprediksi kemajuan balok induk menerima pembebanan terpusat ultimit dan perilaku keretakan balok induk dalam beberapa model balok anak, sehingga variasi-variasi dan jumlah luas tulangan longitudinal yang digunakan disepanjang bentang balok induk dan anak. Hasil permodelan ini akan menggambarkan masing-masing perilaku balok induk dengan beberapa model balok anak



Gambar1 Model Dimensi Balok Anak dan Balok Induk TA



Gambar 2 Model Dimensi Balok Anak dan Balok Induk TB



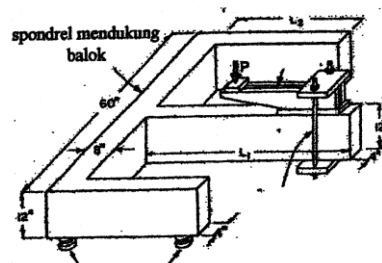
Gambar 3 Model Dimensi Balok Anak dan Balok Induk TC

## HASIL DAN PEMBAHASAN

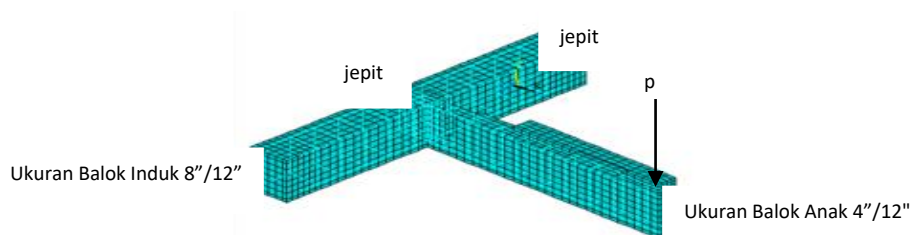
Validasi Hasil Model Balok Induk dan Anak Menggunakan ANSYS dengan Hasil Eksperimental Terdahulu. Analisis awal pemodelan ini adalah pemodelan balok Induk dan anak dengan input data yang sesuai dengan sampel balok uji Eksperimental. Model kemudian di analisis menggunakan ANSYS dan hasilnya akan dibandingkan dengan hasil uji eksperimental. Apabila hasil sudah tervalidasi maka akan dilanjutkan dengan implementasi model balok induk dan anak dengan variasi yang telah ditetapkan dalam batasan penelitian sebelumnya. Poin penting hasil eksperimental

tersebut yaitu rasio balok induk dan anak yang sama ketinggiannya mampu memikul beban ultimit dan kejelekannya balok induk bersifat getas.

Hasil Model Eksperimental dengan Menggunakan ANSYS model balok induk dan anak hasil eksperimental akan dianalisis dengan elemen hingga menggunakan program komputasi ANSYS akan dibandingkan dengan hasil eksperimental untuk mendapatkan suatu pola tegangan balok induk dan anak yang mendekati dengan hasil uji eksperimental



Gambar 4 Tes Uji Eksperimental (A. H. Mattock and J.F. Shen, 1992)



Gambar 5 Hasil Model Eksperimental dengan menggunakan ANSYS

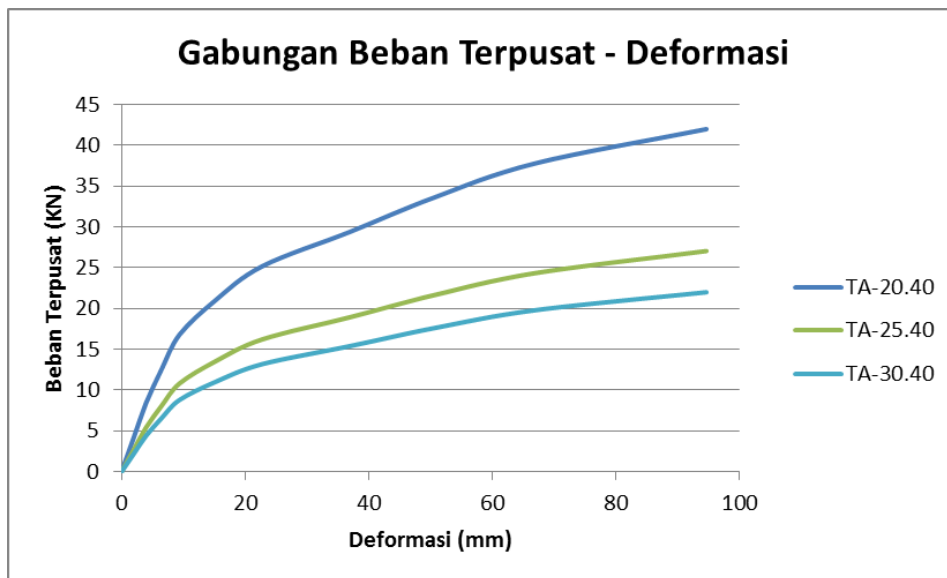
**Tabel 1** Hasil Validasi ANSYS dengan Ekperimental terdahulu

Keterangan	Ekperimental terdahulu	ANSYS Validasi
<i>F</i> max	31,640 Mpa	31,814 Mpa
<i>P</i> max	36,401 kN	36,500 kN

berapa besar pengaruhnya beban, deformasi, tegangan dan pola retak beton pada sembilan model yang akan dianalisis. Dapat dilihat pada tabel dan gambar grafik di bawah ini

**Tabel 2.** Gabungan Beban Terpusat dan Deformasi Model A

Deformasi (mm)	Beban Terpusat (KN)	Deformasi (mm)	Beban Terpusat (KN)	Deformasi (mm)	Beban Terpusat (KN)
TA-20.40		TA-25.40		TA-30.40	
0	0	0	0	0	0
1,98004	4,2	1,291	2,705	1,46563	2,2
3,96008	8,4	2,58201	5,41	2,93125	4,4
6,51521	12,6	3,87301	8,115	4,39688	6,6
9,3858	16,8	6,5606	10,82	7,56291	8,8
15,1703	21	9,74883	13,525	11,4998	11
22,8015	25,2	13,9138	16,23	19,0664	13,2
36,9509	29,4	23,0663	18,935	28,1773	15,4
50,5559	33,6	35,755	21,64	41,916	17,6
66,9792	37,8	59,3224	24,345	68,5511	19,8
94,665	42	174,894	27,05	127,523	22

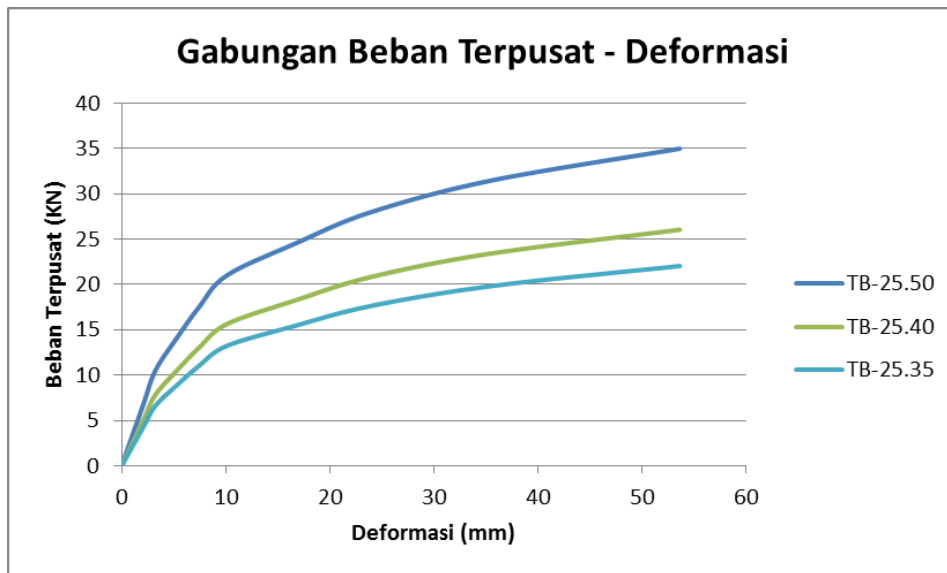


**Gambar 6.** Grafik Gabungan Model A

**Tabel 3.** Gabungan Beban Terpusat dan Deformasi Model B

Deformasi (mm)	Beban Terpusat (KN)	Deformasi (mm)	Beban Terpusat (KN)	Deformasi (mm)	Beban Terpusat (KN)
TB-25.50		TB-25.40		TB-25.35	
0	0	0	0	0	0
1,0759	3,5	0,910913	2,605	0,867593	2,205
2,15179	7	1,82183	5,21	1,73519	4,41

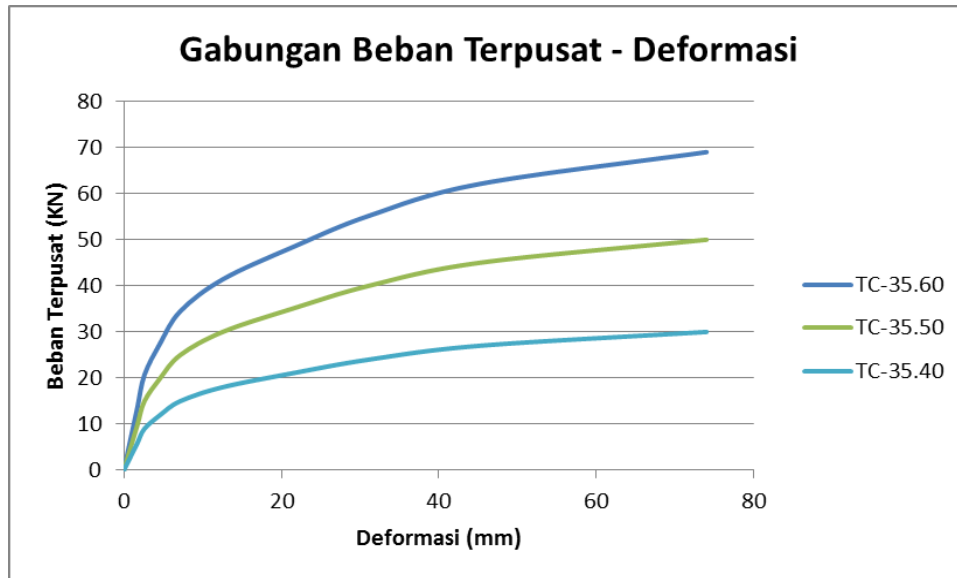
Deformasi (mm)	Beban Terpusat (KN)	Deformasi (mm)	Beban Terpusat (KN)	Deformasi (mm)	Beban Terpusat (KN)
3,22769	10,5	2,73285	7,815	2,60298	6,615
5,23009	14	4,9051	10,42	5,06314	8,82
7,42141	17,5	7,22543	13,025	8,20844	11,025
10,0928	21	10,2379	15,63	11,8334	13,23
16,6329	24,5	14,7588	18,235	16,8869	15,435
23,9594	28	20,6927	20,84	26,8923	17,64
35,5871	31,5	34,5271	23,445	51,7629	19,845
53,639	35	58,1558	26,05	91,6798	22,05



Gambar 7. Grafik Gabungan Model B

Tabel 4. Gabungan Beban Terpusat dan Deformasi Model C

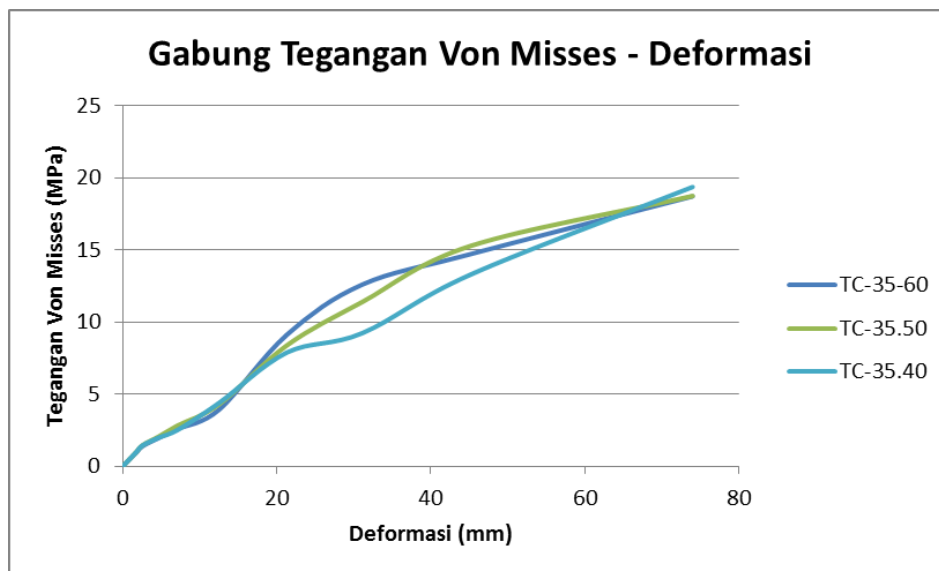
Deformasi (mm)	Beban Terpusat (KN)	Deformasi (mm)	Beban Terpusat (KN)	Deformasi (mm)	Beban Terpusat (KN)
TC-35.60		TC-35.50		TB-35.40	
0	0	0	0	0	0
0,869923	6,9	0,699827	5	0,517724	3
1,73985	13,8	1,39965	10	1,03545	6
2,60977	20,7	2,68084	15	1,55317	9
4,6259	27,6	4,87238	20	3,78361	12
7,1739	34,5	7,82812	25	5,56237	15
12,5444	41,4	13,7305	30	8,86671	18
21,3169	48,3	21,9667	35	14,6093	21
31,1453	55,2	32,2787	40	23,8695	24
45,2143	62,1	51,9003	45	36,3229	27
73,9993	69	88,6732	50	73,6511	30



Gambar 8. Grafik Gabungan Model C

Tabel 5. Gabungan Tegangan Von Mises dan Deformasi Model C

Deformasi (mm)	Tegangan Von Mises (MPa)	Deformasi (mm)	Tegangan Von Mises (MPa)	Deformasi (mm)	Tegangan Von Mises (MPa)
TC-35.60		TC-35.50		TC-35.40	
0	0	0	0	0	0
0,869923	0,471791	0,699827	0,492035	0,517724	0,489887
1,73985	0,943582	1,39965	0,984069	1,03545	0,979775
2,60977	1,41537	2,68084	1,48084	1,55317	1,46966
4,6259	1,95749	4,87238	2,05494	3,78361	1,98448
7,1739	2,59926	7,82812	2,83672	5,56237	2,53851
12,5444	3,94337	13,7305	4,31281	8,86671	4,4081
21,3169	9,12076	21,9667	8,3858	14,6093	7,88913
31,1453	12,6091	32,2787	11,4047	23,8695	9,23807
45,2143	14,7147	51,9003	15,2827	36,3229	13,3003
73,9993	18,7134	88,6732	18,7387	73,6511	19,3642



Gambar 9. Grafik Gabungan Model C

## PENUTUP

### Kesimpulan

Balok induk dan balok anak harus mempunyai dimensi tinggi yang sama tetapi lebar balok anak lebih kecil dari balok induk dengan persentase lebar balok anak 12,5 persen kurangnya dari lebar balok induk dan Berdasarkan penyebaran retak pertama pada balok induk dari permodelan dalam uji coba ini, maka dapat diambil penyebaran retak model tipe C (variasi tinggi balok anak terhadap sisi bawah balok induk) dengan ukuran balok induk 40/60 dan balok anak 35/60 dimana menghasilkan kemampuan menahan beban terpusat sebesar 69,000 kN, deformasi sebesar 74,000 mm dan tegangan *Von Misses* sebesar 18,710 Mpa. Untuk menghasilkan pola retak yang baik maka beban yang bekerja sebaiknya 48,300 kN.

### DAFTAR PUSTAKA

- Mattock, A.H., dan Shen, J.F. (1992). ACI Jurnal Struktur
- ANSYS Release 11. (2007). Programmer's Manual for ANSYS. ANSYS Incorporations and ANSYS Europe, Ltd. (<http://ansys.com> diakses tanggal 5 September 2009).
- Chu-Kia Wang Charles G.Salmon Reinforced Concrete Design, Fourth Edition.
- Ese Soedarsono HS, Design and Detailing of Flat Slab, 27 February 2002.
- Jack C. Mc Cormac. Desain Beton Bertulang Edisi Kelima Jilid 2 Penerbit Erlangga Jakarta.
- Kodur, V.K.R. Bisby, L.A. Evaluation of Fire Endurance of Concrete Slabs Reinforced With FRP Bars. Journal of Structural Engineering. ASCE. 131 (1). 2005. Pp 34-43 (<http://link.aip.org> diakses tanggal 4 Agustus 2009).
- Mac Gregor, J. G. (1997). Reinforced Concrete: Mechanics and Design 3rd Ed. Prentice-Hall International, Inc.
- <http://www.gussuta.com/teknik/perpustakaan-teknik-sipil.html>
- Matsui. (1997). Tinjauan perilaku tegangan lekat pada struktur beton bertulang dengan Metode Semi Beam dan Pull Out.
- Neville, A. Aitcin, P. C. High Performance Concrete-an overview Journal of Material and Structure. 31 March 1998. pp 111-117.

- Parvanova, Sonia. L., et al. (2004). Modeling The Nonlinear Behaviour of R/C Beams With Moderate Shear Span and Without Strirrups Using Ansys.National Scienc Fund.Bulgaria
- Purwono, R. (2005). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa (SN103-1726-2002). Edisi ketiga ITS Press. Surabaya. Indonesia
- Purwono, R. Tavio, Iswandi I, I.Gusti Putu R. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan [S-2002]. ITS Press. Surabaya. Indonesia
- R. Park, W. L. Gamble. (1993). Reinforced Concrete Slabs
- Shah, S. P. Ahmad, S.H. (1994). High Performance Concrete: Properties and Applications. Mc Graw-Hill Companies, (<http://linkinghub.elsevier.com> diakses Tanggal 4 Agustus 2009)