



**ANALISIS DAN PENGUJIAN DAKTILITAS PORTAL
BETON BERTULANG (BALOK DENGAN SENGGANG
MIRING MENERUS DAN KOLOM DENGAN BERBAGAI
VARIASI MODEL SENGGANG)**

SKRIPSI

oleh

**Laode Yarfalam Noegraha
NIM 051910301002**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2010**



**ANALISIS DAN PENGUJIAN DAKTILITAS PORTAL
BETON BERTULANG (BALOK DENGAN SENGGANG
MIRING MENERUS DAN KOLOM DENGAN
BERBAGAI VARIASI MODEL SENGGANG)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Fakultas Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh

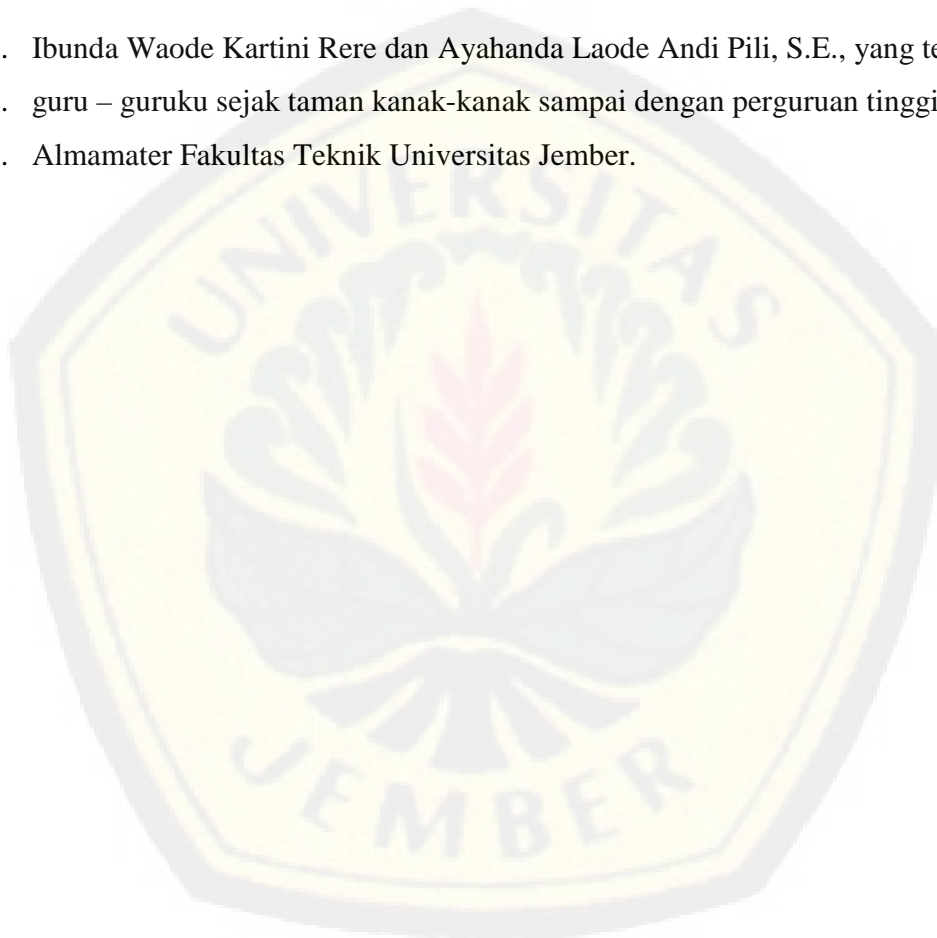
**Laode Yarfalam N
NIM 051 910 301 002**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2010**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Waode Kartini Rere dan Ayahanda Laode Andi Pili, S.E., yang tercinta;
2. guru – guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.



MOTO

Menuntut ilmu wajib atas tiap muslim (baik muslimin maupun muslimah).

(HR. Ibnu Majah)^{*)}

Tuntutlah ilmu, sesungguhnya menuntut ilmu adalah pendekatan diri kepada Allah Azza wajalla, dan mengajarkannya kepada orang yang tidak mengetahuinya adalah sodaqoh. Sesungguhnya ilmu pengetahuan menempatkan orangnya, dalam kedudukan terhormat dan mulia (tinggi). Ilmu pengetahuan adalah keindahan bagi ahlinya di dunia dan di akhirat.

(HR. Ar-Rabii')^{*)}

Janganlah kalian menuntut ilmu untuk memanggakannya terhadap para ulama dan untuk diperdebatkan di kalangan orang-orang bodoh dan buruk perangainya. Jangan pula menuntut ilmu untuk penampilan dalam majelis (pertemuan atau rapat) dan untuk menarik perhatian orang-orang kepadamu.

Barangsiapa seperti itu maka baginya neraka ... neraka.

(HR. Tirmidzi dan Ibnu Majah)^{*)}

^{*)} Efendi Sofyan. 2006. Hadist Web. <http://opi.110mb.com/>. Bekasi.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Laode Yarfalam N.

NIM : 051 910 301 002

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Analisis dan Pengujian Daktilitas Porta Beton Bertulang (Balok dengan Senggang Miring Menerus dan Kolom dengan Berbagai Variasi Model Senggang)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 Juni 2010

Yang menyatakan,

Laode Yarfalam N.

NIM 051 910 301 002

TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN PENGUJIAN DAKTILITAS PORTAL BETON BERTULANG (BALOK DENGAN SENGGANG MIRING MENERUS DAN KOLOM DENGAN BERBAGAI VARIASI MODEL SENGGANG)

oleh

Laode Yarfalam N.
NIM 051 910 301 002

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Krisnamurti, M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Erno Widayanto, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis dan Pengujian Daktilitas Portal Beton Bertulang (Balok Dengan Sengkang Miring Menerus dan Kolom Dengan Berbagai Variasi Model Sengkang)” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Selasa, 29 Juni 2010

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Ir. Krisnamurti, M.T.
NIP 19661228 199903 1 002

Erno Widayanto, S.T., M.T.
NIP 19700419 199803 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Ketut Aswatama W, ST., M.T.
NIP 19700713 200012 1 001

Ir. Hernu Suyoso, M.T.
NIP 19551112 198702 1 1001

Mengesahkan

Dekan,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Analisis dan Pengujian Daktilitas Portal Beton Bertulang (Balok dengan Sengkang Miring Menerus dan Kolom dengan Berbagai Variasi Model Sengkang); Laode Yarfalam Noegraha, 051910301002; 2010: 60 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Gempa bumi merupakan sebuah kejadian alam yang tidak dapat diperkirakan waktu terjadinya. Dalam beberapa kejadian gempa bumi, banyak sekali bangunan-bangunan gedung yang terbuat dari struktur beton bertulang mengalami kerusakan dan keruntuhan sehingga menimbulkan banyak korban jiwa dan kerugian material yang tidak sedikit jumlahnya. Untuk mengurangi risiko tersebut agar tidak terulang lagi pada masa-masa mendatang, maka diperlukan penelitian mengenai perkuatan suatu balok dan kolom sehingga memiliki kinerja yang lebih baik pada saat terjadi gempa. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model penulangan sengkang yang memberikan kinerja yang lebih baik dalam menahan beban gempa pada suatu portal beton bertulang. Variabel independent dalam penelitian ini adalah variasi model sengkang dan mutu beton sedangkan variabel dependennya adalah pola retakan benda uji, defleksi dan besaran beban maksimum.

Benda uji dalam penelitian ini berupa portal beton bertulang (balok dengan sengkang miring menerus dan kolom dengan sengkang segiempat yang dikombinasikan dengan sengkang berbentuk silang (Model I), jajaran genjang (Model II), dan bulat (Model III)) dengan menggunakan tulangan longitudinal \varnothing 7,5 mm, tulangan transversal 3,5 mm, dimensi penampang balok-kolom 13 x 13 cm, dimensi portal 100 x 44,5 cm dan jarak sengkang balok-kolom 6 cm dan 5 cm dengan total benda uji sebanyak 9 buah.

Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa pola pendetailan sengkang pengikat model II yang terdiri dari sengkang segiempat kombinasi diagonal pada kolom dengan pola sengkang miring menerus pada balok merupakan pola pendetailan yang mampu memberikan kinerja yang lebih baik dalam menahan beban lateral/gempa pada suatu portal beton bertulang dibandingkan dengan pola pendetailan sengkang pengikat model I dan III.



SUMMARY

Analysis and Testing Portal Ductility of Reinforced Concrete (Continuous Beams with chock Leaning and Column with Different Variations Model chocks); Laode Yarfalam Noegraha, 051910301002; 2010: 60 pages; Department of Civil Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

An earthquake is a natural occurrence that can not be estimated when incurred. In recent earthquake, many buildings made of reinforced concrete structures suffered damage and collapse, causing many casualties and material losses that are not few in number. To reduce such risks so as not to happen again in the future, then research is needed on a beam and column reinforcement so that it has better performance in the event of an earthquake. This study aims to obtain transverse reinforcement model that provides better performance in keeping the seismic load on a reinforced concrete frame. Independent variables in this study is a variation model of stirrup and concrete quality while the dependent variable is the pattern of cracks in the specimens, the amount of deflection and maximum load.

The specimens in this study are reinforced concrete frame (sloping continuous transverse beam with the columns with rectangular cross bar, combined with cross-shaped stirrup (Model I), rhomboid (Model II), and round (Model III)) using longitudinal \varnothing 7.5 mm, 3.5 mm of transverse reinforcement, the beam-column cross-section dimensions of 13 x 13 cm, frame dimensions 100 x 44.5 cm and transverse beam-column distance of 6 cm and 5 cm with a total of nine specimens of fruit.

From the results of this study, a stirrup strap that detail pattern II model which consists of a combination square diagonal cross bar on a column with a continuous pattern of transverse reinforcement in the beam is tilted detail pattern, which could

give a better performance in weight-bearing lateral / earthquake on a comparison of reinforced concrete portal detail stirrup strap with pattern I and III models.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya ehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengujian Daktilitas Portal Beton Bertulang (Balok Dengan Sengkang Miring Menerus Dan Kolom Dengan Berbagai Variasi Model Sengkang)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimah kasih kepada:

1. Ir. Krisnamurti, M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Erno Widayanto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Ketut Aswatama W, S.T., M.T., selaku dosen penguji I dan Ir. Hernu Suyoso, MT., selaku dosen penguji II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam pengujian skripsi ini;
3. Ir. Purnomo Sidy, M.si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Bapak/Ibu Soleh, Bapak/Ibu Dwi dan Bapak/Ibu Human sekeluarga yang telah memberikan dorongan dan doanya demi terselesaikannya skripsi ini;
5. saudaraku tercinta, Waode Indah Wuna Sari, S.K.G., Laode Akbar Sultani S.Arc., Laode Alfatri Ananto, Laode Apsan Van Rore, Laode Agis Yang Saqma, dan Waode Isa Bella yang telah memberikan dorongan dan doanya demi terselesaikan skripsi ini;
6. rekan kerjaku Teguh Adhika dan Mas Yuhda yang telah membantu praktek di Laboratorium; juga temanku Fian, Candra, Pram, Rifai, Angga, Wilies, Yudo,

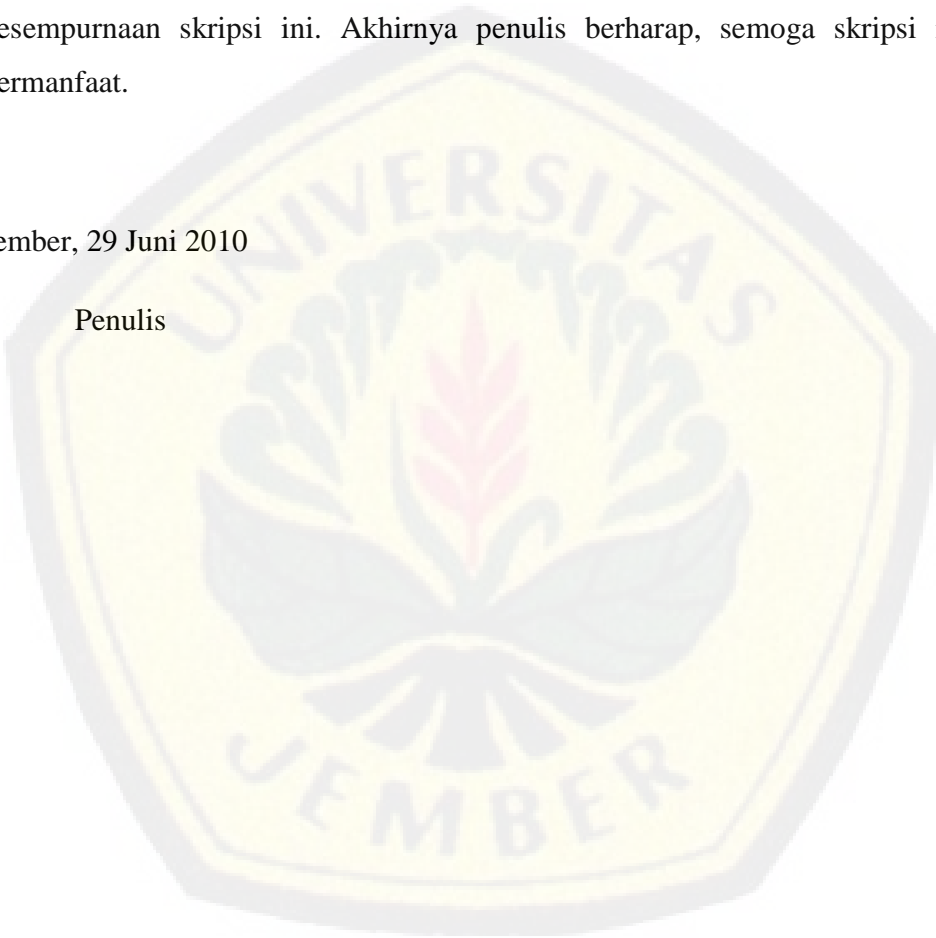
Avid, Sofiul, Pras, Bangun, Prima, Apro, Yudi, Andi, Adit, Hengky, Romly, Imam, Franki, Bagus, Hamdani, Ian dan Very yang telah memberi dorongan/semangat;

7. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 29 Juni 2010

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR NOTASI	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.3.1 Tujuan	3
1.3.2 Manfaat	3
1.4 Batasan Masalah	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5

2.2 Balok	6
2.2.1 Definisi Balok	6
2.2.2 Tipe Keruntuhan	6
2.2.3 Tipe Retak Pada Balok.....	7
2.2.4 Kapasitas Balok Terhadap Lentur.....	7
2.3 Kolom	8
2.3.1 Definisi Kolom.....	8
2.3.2 Jenis Kolom	8
2.3.3 Kapasitas Kolom Terhadap Tekan dan Lentur	11
2.3.4 Diagram Gaya Aksial dan Momen	13
2.4 Kapasitas Balok dan Kolom Terhadap Geser	13
2.5 Sistem Struktur Rangka Kaku (Portal)	15
2.5.1 Definisi Struktur Rangka Kaku.....	15
2.5.2 Prinsip Struktur Rangka Kaku	15
2.5.3 Pembebanan pada Struktur Rangka Kaku.....	16
2.5.4 Kekakuan Relatif Balok dan Kolom pada Struktur Rangka Kaku.....	19
2.5.5 Sambungan Balok dan Kolom pada Struktur Rangka Kaku.....	20
2.6 Sengkang	21
2.6.1 Definisi Sengkang	21
2.6.2 Fungsi Sengkang	21
2.6.3 Syarat-Syarat Sengkang	23
2.6.4 Pengaruh Jarak Sengkang	23
2.7 Daktilitas	24
2.7.1 Definisi Daktilitas	24
2.7.2 Jenis Daktilitas	24
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	31

3.1	Waktu	31
3.2	Tempat	31
3.3	Variabel dalam Penelitian	31
3.4	Bahan, Peralatan, Benda Uji dan Alat Uji	32
3.4.1	Bahan	32
3.4.2	Peralatan.....	32
3.4.3	Benda Uji	32
3.4.4	Alat Uji	35
3.5	Metodologi Penelitian	38
3.5.1	Persiapan Bahan dan Set-Up Peralatan Penelitian.....	38
3.5.2	Pemeriksaan Sifat-Sifat (Properties) Material Penyusun Beton dan Baja	38
3.5.3	Perencanaan Benda Uji Portal Beton Bertulang dan <i>Mix Design</i> Campuran Beton	39
3.5.4	Pembuatan Bekisting, Perangkaian Penulangan, Pengecoran dan Perawatan Benda Uji Portal beton Bertulang.....	39
3.5.5	Persiapan Alat Uji dan Benda Uji	41
3.5.6	Pengujian Portal Beton Bertulang	42
3.1	Diagram Alir Penelitian	43
3.2	Penyajian Data	44
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1	Hasil Pengujian Material Penyusun Beton.....	45
4.2	Hasil Perancangan Proporsi Campuran Beton.....	45
4.3	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan	46
4.4	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	47
4.5	Hasil Perencanaan Portal Beton Bertulang.....	49

4.6 Hasil Analisis Teoritis Portal Beton Bertulang	51
4.7 Hasil Pengujian Portal Beton Bertulang.....	54
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
A. PENGUJIAN MATERIAL PENYUSUN BETON	63
B. FORMULIR PERANCANGAN CAMPURAN BETON.....	69
C. PENGUJIAN TARIK BAJA TULANGAN BETON.....	70
D. PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON	74
E. PERENCANAAN PORTAL BETON BERTULANG.....	75
F. ANALISIS TEORITIS PORTAL BETON BERTULANG	81
G. PENGUJIAN PORTAL BETON BERTULANG	125
H. FOTO-FOTO DOKUMENTASI.....	129

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Hasil pengujian material penyusun beton	43
4.2 Hasil perancangan proporsi campuran beton	44
4.3 Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan polos diameter 3,5 mm	44
4.4 Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan polos diameter 7,5 mm	45
4.5 Hasil pengujian kuat tekan beton	45
4.6 Hasil analisis teoritis portal beton bertulang	50
4.7 Hasil pengujian portal beton bertulang	52

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Jenis keretakan pada balok.....	8
2.2 Jenis kolom berdasarkan entuk dan komposisi material.....	10
2.3 Jenis kolom berdasarkan posisi beban pada penampang melintang.	11
2.4 Diagram interaksi kekuatan gaya aksial-momen (P-M) tipikal pada kolom.....	14
2.5 Perbandingan perilaku struktur ' <i>Post and Beam</i> ' dan rangka kaku...	17
2.6 Perilaku struktur <i>post and beam</i> dan struktur rangka kaku (portal) terhadap pembebanan vertikal	19
2.7 Perilaku struktur <i>post and beam</i> dan struktur rangka kaku (portal) terhadap pembebanan lateral/horizontal	20
2.8 Efek variasi kekakuan relatif balok dan kolom terhadap momen dan gaya internal pada struktur rangka kaku	21
2.9 Model sambungan pertemuan balok dan kolom pada struktur rangka kaku.....	22
2.10 Hubungan beban-lendutan	22
2.11 Definisi dari <i>curvature ductility</i>	24
2.12 Hubungan momen, <i>curvature</i> dan lendutan pada model kantilever .	28
2.13 Defleksi	28
3.1 Model benda uji portal beton bertulang	33
3.2 <i>Loading frame</i>	34
3.3 <i>Jack hidrolis</i>	34
3.4 <i>Proving ring</i>	35
3.5 <i>Dial gauge</i>	35

3.6	Tumpuan sendi.....	36
3.7	Set-up alat uji dan benda uji.....	39
3.8	Diagram alir penelitian.....	41
4.1	Detail perencanaan benda uji portal beton bertulang.....	48
4.2	Hubungan beban dengan defleksi rata-rata hasil analisis SAP 2000 ver.10 model 3D.....	49
4.3	Portal 2D dan portal 3D (model I, II, III).....	50
4.4	Hubungan beban dengan defleksi rata-rata hasil pengujian portal beton bertulang.....	53
4.5	Pola retak portal model I.....	53
4.6	Pola retak portal model II.....	54
4.7	Pola retak portal model III.....	54

DAFTAR NOTASI

A	= luas penampang, mm ²
A _s	= luas tulangan tarik non-prategang, mm ²
A _s '	= luas tulangan tekan non-prategang, mm ²
A _v	= luas tulangan geser non-prategang, mm ²
A _g	= luas bruto penampang, mm ²
A _{st}	= luas total tulangan longitudinal, mm ²
b	= lebar muka tekan komponen struktur, mm
d	= jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik, mm
d'	= jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan, mm
e	= eksentrisitas, mm
E _c	= modulus elastisitas beton, MPa
E _s	= modulus elastisitas tulangan, MPa
f _y	= kuat leleh untuk tulangan non-prategang, MPa
f _c '	= kuat tekan beton, MPa
f _{ci}	= kuat tekan hancur individu, MPa
f _s	= tegangan baja tarik, MPa
f _s '	= tegangan baja tekan, MPa
h	= tinggi total komponen struktur, mm
k	= faktor panjang kolom
M _n	= kuat momen nominal pada suatu penampang, N-mm
M _u	= kuat momen terfaktor pada suatu penampang, N-mm
N _n	= kuat normal nominal pada suatu penampang, N-mm
N _u	= kuat normal terfaktor pada suatu penampang, N-mm
n	= jumlah batang tulangan atau jumlah kaki sengkang

P	= beban, N
P_n	= kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas yang diberikan, N
P_u	= kuat beban aksial terfaktor pada eksentrisitas yang diberikan, N
P_o	= kuat beban aksial pada eksentrisitas nol, N
r	= jari-jari putaran, mm
S	= jarak sengkang, mm
V_c	= kuat geser nominal yang disumbangkan oleh beton, N
V_n	= tegangan geser nominal, MPa
V_u	= gaya geser terfaktor pada penampang, N
V_s	= kuat geser nominal, MPa
β_1	= faktor reduksi (Lihat SNI 03-2847-2002)
ϕ	= faktor reduksi kekuatan (Lihat SNI 03-2847-2002)
Δ	= defleksi, mm
ϵ_s	= regangan baja tarik
ϵ_s'	= regangan baja tekan
l_u	= panjang bersih kolom, mm

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Pengujian Material Penyusun Beton.....	63
B. Formulir Perancangan Campuran Beton.....	69
C. Pengujian Tarik Baja Tulangan Beton.....	70
D. Pengujian Kuat Tekan Beton.....	74
E. Perencanaan Portal Beton Bertulang.....	75
F. Analisis Teoritis Portal Beton Bertulang.....	81
G. Pengujian Portal Beton Bertulang.....	125
H. Foto-Foto Dokumentasi.....	129