



**PENGUJIAN KAPASITAS DAN DEFLEKSI PORTAL  
BETON BERTULANG PADA BERBAGAI VARIASI MODEL  
SENGKANG KOLOM**

**SKRIPSI**

Oleh :

**AWWALUDDIN YUDHA ISWANTO**

**NIM. 041910301079**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**



**PENGUJIAN KAPASITAS DAN DEFLEKSI PORTAL  
BETON BERTULANG PADA BERBAGAI VARIASI MODEL  
SENGKANG KOLOM**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Progam Studi Teknik Sipil ( S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh :

**AWWALUDDIN YUDHA ISWANTO**

**NIM. 041910301079**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**

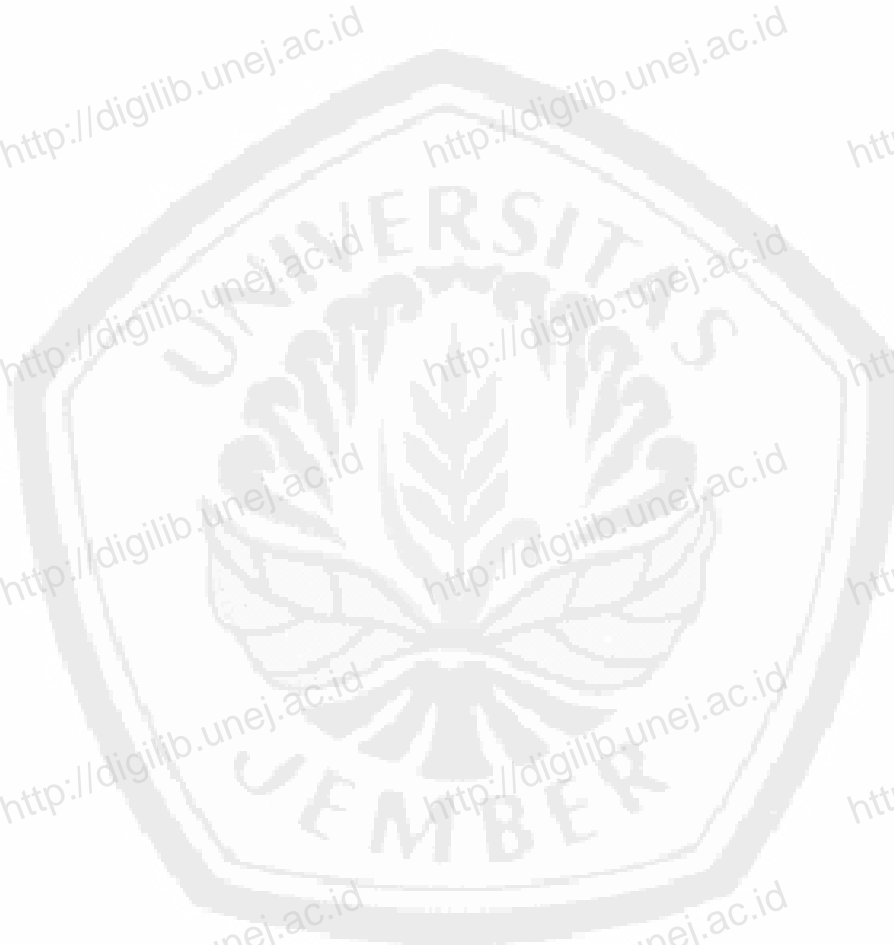
## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kanjeng Gusti Allah SWT atas segala nikmat Nya
2. Kanjeng Rosulullah Muhammad SAW atas Tauladanya dalam kehidupan kami
3. Keempat Orang Tuaku yang selalu mendoakan dan memberi kasih sayang serta motivasi untuk menjadikan ku selalu menjadi lebih baik.
4. Yang tercinta Riski Ridhahapsari, yang telah memberiku suatu tanggung jawab yang besar untuk masa depan.
5. Pelangi hatiku Muhammad Yunan Khamami Al Ghifari
6. Semua Guru-guruku dan semua dosen-dosenku PT yang telah memberikan ilmu serta membimbing dengan penuh kesabaran.
7. Teman-teman Teknik Sipil khususnya angkatan 2004 yang selalu memberikan dukungan, bantuan dan pengaruh yang baik selama masa perkuliahan.
8. Almamater Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.

**MOTTO**

*"Man Jadda Wajada"*



## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Awwaluddin Yudha Iswanto

Nim : 041910301079

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “Pengujian Kapasitas Dan Defleksi Portal Beton Bertulang Pada Berbagai Variasi Model Sengkang Kolom” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta 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 manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 17 Juni 2011

Yang menyatakan,

Awwaluddin Yudha Iswanto

NIM. 041910301079

**SKRIPSI**

**PENGUJIAN KAPASITAS DAN DEFLEKSI PORTAL  
BETON BERTULANG PADA BERBAGAI VARIASI MODEL  
SENGKANG KOLOM**

Oleh

**AWWALUDDIN YUDHA ISWANTO**

**NIM. 041910301079**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ketut Aswatama W, ST.,MT

Dosen Pembimbing Anggota : Erno Widayanto, ST.,MT

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengujian Kapasitas Dan Defleksi Portal Beton Bertulang Pada Berbagai Variasi Model Senggang Kolom” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jember pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 17 Juni 2011

Tempat : Laboratorium Design, Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Jember

### Menyetujui

Pembimbing Utama (Ketua Penguji)

(Sekretaris)

Ketut Aswatama W, ST., MT  
NIP. 197007132000121001

Erno Widayanto, ST., MT.  
NIP. 197004191998031002

Penguji I

Penguji II

Ir. Krisnamurti, MT  
NIP. 196612281999031002

Wiwik Yunarni W, ST., MT  
NIP. 197006131998022001

**Mengesahkan,**  
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, MT.  
NIP. 196104141989021001

## RINGKASAN

**Pengujian Kapasitas Dan Defleksi Portal Beton Bertulang Pada Berbagai Variasi Model Senggang Kolom** Awwaluddin Yudha Iswanto, 041910301079; 2011: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Keruntuhan yang terjadi pada bangunan-bangunan gedung struktur beton bertulang pada saat gempa disebabkan oleh tidak baiknya kinerja elemen kolom dan balok dalam menahan beban gempa yang menimbulkan gaya momen, gaya geser, dan gaya normal, dimana gaya-gaya itu dapat mengurangi kekuatan struktur kolom dan balok dibawah kekuatan kapasitas lenturnya. Peningkatan kinerja kolom dan balok dalam menghadapi gaya geser pada saat gempa, dapat dilakukan melalui penelitian terhadap pola pendetailan elemen struktur, seperti detail senggang, detail tulangan longitudinal dan sebagainya. Penelitian ini bertujuan untuk mencari model senggang kolom yang memiliki kinerja lebih baik dalam suatu bentuk portal beton bertulang. Penelitian ini dilakukan dengan memberi beban lateral pada portal balok senggang normal dengan beberapa bentuk variasi senggang kolom

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa dan menguji portal beton bertulang yaitu balok senggang normal dengan variasi senggang kolom yaitu senggang persegi kombinasi lingkaran (Model I), senggang persegi kombinasi silang (Model II), dan senggang persegi kombinasi jajaran genjang (Model III). Pengujian dilakukan dengan memberikan beban horizontal secara bertahap pada masing-masing portal untuk diambil data lendutan dan  $P_{max}$  yang dapat ditahan. Selain itu portal juga dianalisa dengan bantuan sap2000 untuk memperkirakan keruntuhan yang terjadi.

Dari hasil analisis dan pengujian diperoleh Portal Model I memiliki kapasitas menahan beban = 1747,5 kg sedangkan nilai lendutan rata-ratanya = 29,95 Portal Model II memiliki kapasitas terbesar dan mempunyai lendutan terkecil pada beban yang sama yaitu kapasitas menahan beban Model II = 1864 kg, dan lendutan = 24,26 mm. Portal Model III memiliki kapasitas menahan beban sama dengan Model I



tetapi mempunyai lendutan yang lebih kecil yaitu 25,78 mm. Dan dari hasil perhitungan secara teori dan analisa data diperoleh hasil yang mendekati hasil pengujian tentang urutan kapasitas portal dalam menahan suatu beban. Dari perhitungan secara teori Model II mempunyai kapasitas terbesar yaitu  $V_n = 6444,66$  Kg sama halnya dengan hasil pengujian yang menunjukkan portal model II mempunyai kemampuan menahan beban terbesar. Pada porta Model I dan III mempunyai hasil pengujian menunjukkan kekuatan yang sama dalam menahan beban dan pada hasil perhitungan teori mempunyai selisih nilai yang tidak banyak. Dari perhitungan kapasitas nominal dan kapasitas ultimate dengan tahap pembebanan seperti pada pengujian diperoleh bahwa benda uji portal runtuh pada pembebanan 1165 Kg yang ditunjukkan dengan terlampauinya momen nominal balok yaitu  $M_n = 287,59$  Kgm  $< M_u = 504,5$  Kgm. Sedangkan pada hasil pengujian portal runtuh pada model I dan II = 1747,5 kg lebih kuat 50% dari perhitungan teori, model II = 1864 kg lebih kuat 60% dari perhitungan teori. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi balok sengkang normal dengan kombinasi variasi sengkang kolom aman untuk digunakan.

## SUMMARY

Capacity and Deflection Testing of Reinforced Concrete Portal on Various Fields Model of Column's Crossbar; Awwaluddin Yudha Iswanto,041910301079,2011: Department Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember

The collapse happened at the buildings of reinforced concrete building structures in an earthquake caused by the better performance elements in columns and beams support the weight of the earthquake that caused the force moment, shear force and normal force, which forces it to reduce the strength of the column structure and beam under bending strength capacity. Performance increase of column and beam in the face of the shear force at the time of the earthquake, can be done through a study of pattern specified of structural elements, such as detail transverse, longitudinal reinforcement details and so forth. This study aimed to explore the cross bar column model has better performance in some form of reinforced concrete frame. This research was conducted by making a lateral load on the portal beam normal cross bar cross bar with some form of variation of column

This research was conducted by analyzing and testing of reinforced concrete frame that is normal with the variation of beam cross bar cross bar square column that is a combination of circles (Model I), square transverse cross combination (Model II), and stirrup combination square parallelogram (Model III). Testing was done with a horizontal load in stages at each portal to retrieve data and Pmax deflection that can be retained. In addition, the portal also analyzed with the help of SAP2000 to estimate the collapse that occurred.

From the analysis and testing obtained Portal Model I has the capacity to resist the load = 1747.5 kg while deflection value of the mean = 29.95 Portal Model II has the largest capacity and has the smallest deflection at the same load that weight-bearing

capacity = 1864 Model II kg, and deflection = 24.26 mm. Portal Model III has the same weight-bearing capacity Model I but have a smaller deflection of 25.78 mm. And by theoretical calculation and analysis of data obtained close to the results of the test results on the capacity of the portal in order to hold a load. From the theoretical calculation of Model II has the largest capacity that is  $V_n = 6444.66$  Kg as well as test results showing the portal model II has the largest weight-bearing ability. In portal Model I and III have the test results showed the same strength in weight-bearing and the results of theoretical calculations have not much difference in value. From nominal capacity and ultimate capacity analysis with loading phase as in the test specimen is obtained that the portal collapsed at 1165 kg loading demonstrated by exceeding the nominal beam moment of  $M_n = 287.59$  kgm  $< M_u = 504.5$  kgm. While the portal collapsed on the test results on the model I and II = 1747.5 kg more robust 50% of the theoretical calculations, model II = 1864 kg more robust 60% of the theoretical calculations. This shows that the combination of normal hyphen beam with a combination of various hyphen column are safe to use.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan skripsi yang berjudul *Pengujian Kapasitas Dan Defleksi Portal Beton Bertulang Pada Berbagai Variasi Model Sengkang Kolom* Laporan skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata 1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dengan selesainya Laporan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian ini. Oleh karena itu, bahwa keberhasilan ini tidak terlepas dukungan, dorongan dan bantuan dari semua pihak, maka dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Ketut Aswatama W, ST., MT dan Erno Widayanto, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, meluangkan waktu dan pikiran, serta memberikan masukan dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ir. Krisnamurti, MT dan Wiwik Yunarni Widiarti,S.T..M.T selaku Dosen Penguji yang telah memberikan bimbingan dan masukan yang bermanfaat dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Segenap Dosen Fakultas Teknik jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan bimbingan selama ini dalam menempuh perkuliahan.
5. Pak Akhir selaku teknisi Lab. Struktur yang telah membantu dalam proses pelaksanaan skripsi ini.
6. Teman-teman seperjuangan di lab struktur Falam, Teguh, Yudo, Wilis Candra, Hengki, Romli, yang selalu siap membantu setiap saat.

7. Teman-teman Sapu Jagat Bayu, Puput, Puguh, Ganesya, Arik, Dimas Wiwin, Gina .
8. Teman-teman angkatan 03, '04, '05, '06, '07 baik S1 maupun D III atas dukungannya.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu–persatu baik secara langsung maupun tidak langsung yang turut membantu dan memberikan semangat dalam proses penyusunan Laporan Proyek Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan–kekurangan yang perlu dibenahi. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis menerima segala bentuk kritik, saran, dan masukan yang konstruktif demi kesempurnaan laporan ini. Akhirnya penulis berharap dengan disusunnya skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil pada khususnya dan bagi semua pembaca pada umumnya demi penyempurnaan skripsi ini. Amin.

Jember, 17 Juni 2011

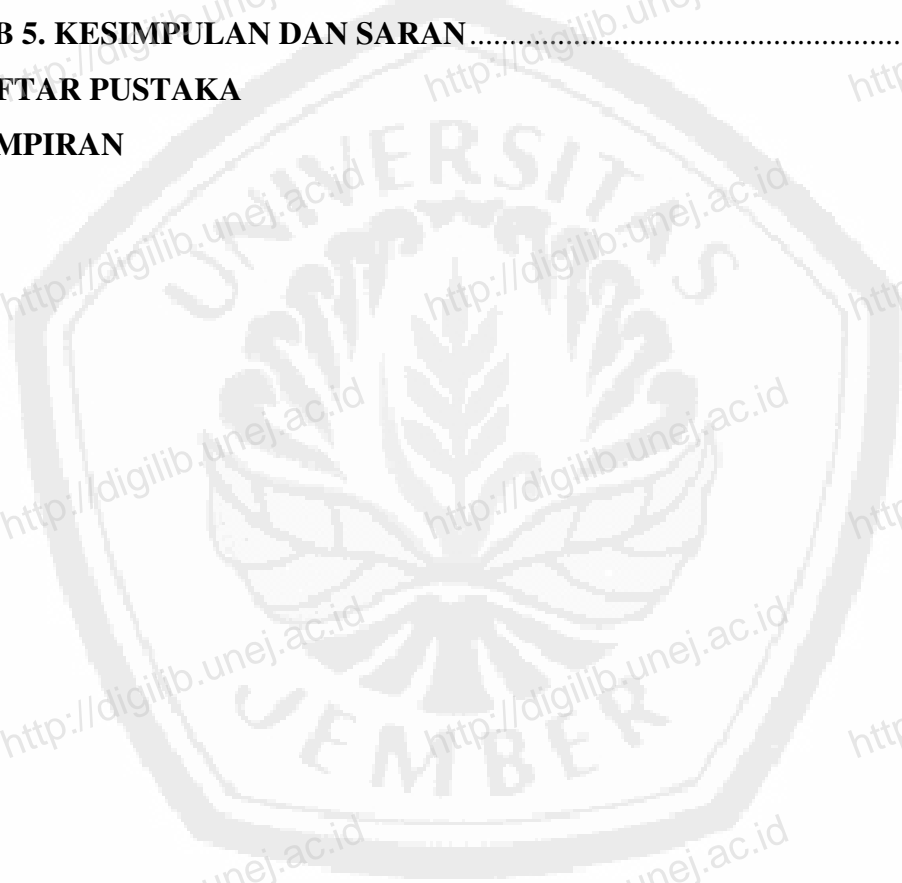
Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xx
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan dan Manfaat</b> .....	2
<b>1.4 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Penelitian Terdahulu</b> .....	5
<b>2.2 Balok</b> .....	6
2.2.1 Definisi Balok.....	6
2.2.2 Tipe Keruntuhan Pada Balok.....	6
2.2.3 Penggolongan Jenis Retak.....	7
2.2.4 Kapasitas Balok Terhadap Lentur.....	7
<b>2.3 Kolom</b> .....	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 – Momen ( Diagram P – M ) .....	12
<b>2.4 Kapasitas Balok/Kolom Terhadap Geser .....</b>	<b>13</b>
<b>2.5 Sistem Strukur Rangka Kaku (Portal)</b>	
2.5.1 Definisi Struktur Rangka Kaku.....	14
2.5.2 Prinsip Struktur Rangka Kaku.....	15
2.5.3 Pembebanan Pada Struktur Rangka Kaku.....	15
2.5.4 Kekakuan Relatif Balok dan Kolom Pada Struktur Rangka Kaku	18
2.5.5 Sambungan Balok Kolom Pada Struktur Rangka Kaku.....	19
<b>2.6 Daktilitas.....</b>	<b>20</b>
2.6.1 Definisi kolom Jenis Daktilitas .....	20
2.6.2 Faktor Daktilitas.....	20
2.6.3 Jenis Daktilitas .....	21
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2 Bahan, Peralatan, Benda Uji dan Alat Uji .....</b>	<b>27</b>
3.2.1 Baha .....	27
3.2.2 Peralatan.....	27
3.2.3 Benda Uji .....	29
<b>3.3 Tahapan Penelitian .....</b>	<b>31</b>
3.3.1 Tahapan Perencanaan Benda Uji .....	31
3.3.2 Tahapan Pelaksanaan .....	34
3.3.3 Perhitungan Secara Teori dan Analisa Data .....	38
<b>BAB 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1 Perencanaan Benda Uji .....</b>	<b>38</b>
<b>4.2 Hasil Pengujian Baja Tulangan .....</b>	<b>40</b>
<b>4.3 Hasil Perancangan Proporsi Campuran Beton.....</b>	<b>41</b>

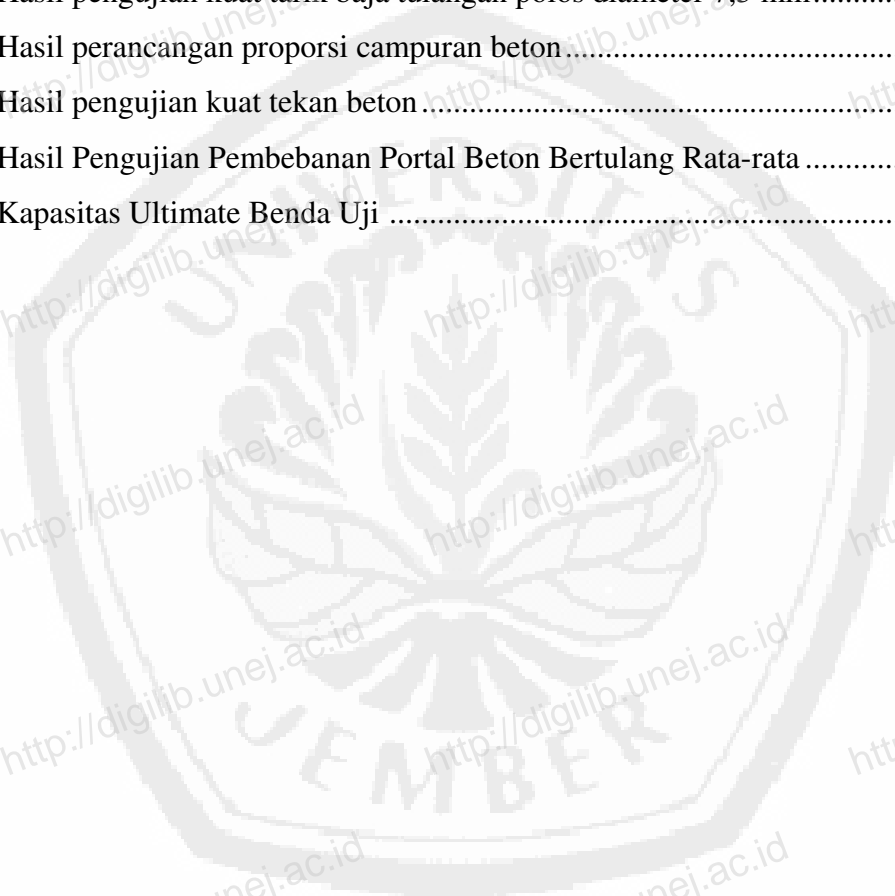
<b>4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....</b>	<b>41</b>
<b>4.5 Hasil Pengujian Pembebanan .....</b>	<b>43</b>
4.5.1 Pola Retak .....	44
<b>4.6 Perhitungan Secara Teori dan Analisa Data.....</b>	<b>46</b>
4.6.1 Kapasitas Nomina Benda Uji.....	46
4.6.2 Kapasitas Ultimate Benda Uji.....	46
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>49</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	





## DAFTAR TABEL

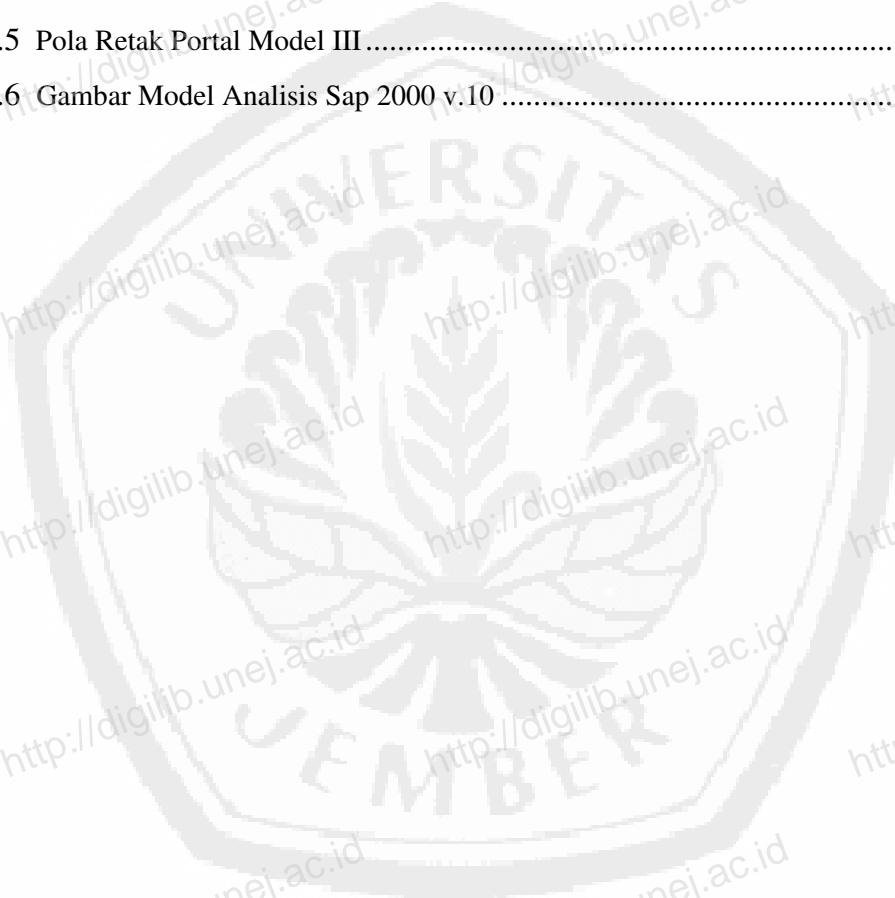
	Halaman
4.1 Penyajian Data Kuat Tarik Baja Tulangan .....	40
4.2 Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan polos diameter 7,5 mm.....	40
4.3 Hasil perancangan proporsi campuran beton.....	41
4.4 Hasil pengujian kuat tekan beton.....	42
4.5 Hasil Pengujian Pembebanan Portal Beton Bertulang Rata-rata .....	43
4.6 Kapasitas Ultimate Benda Uji .....	47



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Perhitungan Secara Teori dan Analisa Data.....	9
2.2 Jenis Kolom Berdasarkan Posisi Beban Pada Penampang Melintang .....	10
2.3 Diagram interaksi kekuatan gaya aksial – momen (P – M) tipikal pada kolom.....	13
2.4 Perbandingan Perilaku Struktur ' <i>Post and Beam</i> ' dan Rangka Kaku.....	15
2.5 Perilaku struktur <i>post and beam</i> dan struktur rangka kaku (portal) terhadap pembebanan vertikal .....	17
2.6 Perilaku struktur <i>post and beam</i> dan struktur rangka kaku (portal) terhadap pembebanan lateral/horizontal .....	18
2.7 Efek variasi kekakuan relatif balok dan kolom terhadap momen dan gaya internal pada struktur rangka kaku .....	19
2.8 Model Sambungan Pertemuan Balok Kolom Pada Struktur Rangka Kaku.....	20
2.9 Efek variasi kekakuan relatif balok dan kolom terhadap momen dan gaya internal pada struktur rangka kaku .....	20
2.10 Definisi dari <i>Curvature Ductility</i> .....	22
2.11 Hubungan Momen, <i>Curvature</i> , dan Lendutan Pada Model Kantilever .....	26
2.12 Defleksi .....	26
3.1 (a) Balok sengkang normal (SN), (b) Kolom sengkang segiempat dengan kombinasi bersilang, jajaran genjang dan lingkaran. ....	29
3.2 Loading frame .....	29
3.3 Jack hidrolis .....	30
3.4 Proving ring .....	30
3.5 Dial gauge.....	31
3.6 Tumpuan sendi .....	31
3.7 <i>Flow Chart</i> Perencanaan Benda Uji.....	33
3.8 Benda Uji Portal.....	34

3.9	Konstruksi Alat Uji .....	36
3.10	Flow Chart Penelitian .....	37
4.1	Benda Uji Portal .....	39
4.2	Grafik Hubungan Beban Dengan Defleksi Rata-Rata .....	44
4.3	Pola Retak Portal Model I .....	45
4.4	Pola Retak Portal Model II .....	45
4.5	Pola Retak Portal Model III .....	45
4.6	Gambar Model Analisis Sap 2000 v.10 .....	46



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PERENCANAAN BENDA UJI .....	52
LAMPIRAN B HASIL UJI TARIK BAJA TULANGAN BETON.....	68
LAMPIRAN C PENGUJIAN MATERIAL PENYUSUN BETON.....	70
LAMPIRAN D FORMULIR PERANCANGAN CAMPURAN BETON.....	75
LAMPIRAN E HASIL PENGUJIAN PEMBEBANAN .....	76
LAMPIRAN F HASIL UJI KUAT TEKAN BETON .....	83
LAMPIRAN G PERHITUNGAN SECARA TEORITIS.....	84
LAMPIRAN H FOTO PELAKSANAAN.....	94

