

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	ii
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	vi
<b>ABSTRAK .....</b>	viii
<b>DAFTAR ISI.....</b>	ix
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xii
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xxi
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	xxii
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	xxiv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Sistematika Tugas Akhir.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	6
2.1 Perilaku Mekanik Beton Terhadap Beban Uniaksial.....	6
2.2 Perilaku Kolom .....	8
2.3 Perilaku Mekanik Beton Terhadap Beban Triaksial .....	10
2.3.1 Kekangan Pada Beton .....	11
2.3.2 Persamaan Desain Tulangan Pengekang di Beberapa Negara .....	14
2.4 Perilaku Teganga-Regangan Beton Terkekang .....	15
2.4.1 Mekanisme Keruntuhan Beton Terkekang .....	18
2.4.2 Pengaruh Kuat Tekan Beton ( $f_c'$ ).....	19

2.4.3 Pengaruh Spasi Tulangan Lateral .....	19
2.4.4 Pengaruh Tegangan Leleh Tulangan Lateral .....	20
2.4.5 Tegangan Lateral Efektif .....	20
2.5 Beton Berserat.....	21
2.5.1 Jenis-jenis Serat .....	21
2.5.2 Perilaku Mekanik Beton Berserat.....	23
2.5.3 Perilaku Tegangan-regangan Beton Berserat .....	25
2.6 Model Kekangan .....	26
2.6.1 Model Kekangan Beton Normal .....	26
2.7 Daktilitas .....	30
 <b>BAB III METODE ANALISIS MOMEN-KUVATUR .....</b>	 33
3.1 Asumsi-asumsi yang Diambil .....	33
3.2 Momen - Kurvatur .....	33
 <b>BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	 45
4.1 Studi Kasus .....	45
4.2 Hubungan anatara Rasio Tulangan Pengekang terhadap Tingkatan Beban Aksial.....	46
4.2.1 Kolom Konfigurasi A.....	46
4.2.2 Kolom Konfigurasi B .....	52
4.3 Perilaku Momen – Kurvatur Berdasarkan Nilai fy dalam Satu Jenis Konfigurasi Sengkang .....	58
4.3.1 Gempa Ringan [ $P/(fc' \cdot Ag) = 0.2$ ] .....	58
4.3.2 Gempa Sedang [ $P/(fc' \cdot Ag) = 0.4$ ] .....	62
4.3.3 Gempa Kuat [ $P/(fc' \cdot Ag) = 0.6$ ] .....	66
4.4 Perbedaan Momen – Kurvatur Jenis Gempa dalam Konfigurasi Sengkang dan Tegangan Leleh yang Sama ...	70
4.4.1 Grafik SNI.....	70
4.4.2 Grafik CSA .....	74
4.4.3 Grafik NZS .....	78

4.5 Perbedaan Tiap Jenis Standart Peraturan dalam Tingkatam Beban Aksial ( $p/(ag.fc')$ ) .....	82
4.5.1 Gempa Ringan .....	82
4.5.2 Gempa Sedang .....	86
4.5.3 Gempa Kuat .....	90
4.6 Perbedaan Momen – Kurvatur Antar Konfigurasi .....	94
4.6.1 Gempa Ringan .....	94
4.6.2 Gempa Sedang .....	100
4.6.3 Gempa Kuat .....	106
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>112</b>
5.1 Kesimpulan.....	112
5.2 Saran.....	113

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kurva respon beton terhadap beban uniaksial tekan pada berbagai rentang kuat tekan.....	7
Gambar 2.2	Mekanisme terlepasnya selimut dari inti beton.....	8
Gambar 2.3	Kurva beban aksial – defleksi pada pengujian kolom....	9
Gambar 2.4	Mekanisme kekangan pada beton [Antonius & Widhianto, 2014] .....	12
Gambar 2.5	Hubungan tegangan-regangan beton terkekang dan beton tidak terkekang.....	17
Gambar 2.6	Pengkangan dengan sengkang persegi dan spiral .....	21
Gambar 2.7	Kurva tegangan-regangan oleh Cusson dan Pultre .....	27
Gambar 2.8	Perilaku momen-kurvatur balok beton .....	31
Gambar 2.9	Perilaku lentur balok beton bertulang.....	31
Gambar 2.10	Definisi kolom daktail .....	32
Gambar 3.1	Penampang dan diagram regangan sepanjang penampang .....	35
Gambar 3.2	Diagram tegangan beton .....	37
Gambar 3.3	Penentuan luas diagram tegangan beton.....	38
Gambar 3.4	Penentuan titik berat segmen beton .....	40
Gambar 4.1	Penampang kolom dan konfigurasi A dan B .....	45
Gambar 4.2	Perbandingan rasio tulangan pengekang terhadap beban aksial SNI vs NZS konfigurasi A, $f_y = 400 \text{ MPa}$ .....	47
Gambar 4.3	Perbandingan rasio tulangan pengekang terhadap beban aksial SNI vs CSA konfigurasi A, $f_y = 400 \text{ MPa}$ .....	48
Gambar 4.4	Perbandingan rasio tulangan pengekang terhadap beban aksial SNI vs NZS konfigurasi A, $f_y = 600 \text{ MPa}$ .....	49
Gambar 4.5	Perbandingan rasio tulangan pengekang terhadap beban aksial SNI vs CSA konfigurasi A, $f_y = 600 \text{ MPa}$ .....	50
Gambar 4.6	Perbandingan rasio tulangan pengekang terhadap beban aksial SNI vs NZS konfigurasi A, $f_y = 800 \text{ MPa}$ .....	51

Gambar 4.7	Perbandingan rasio tulangan pengekang terhadap beban aksial SNI vs CSA konfigurasi A, $f_y = 800 \text{ MPa}$ .....	52
Gambar 4.8	Perbandingan rasio tulangan pengekang terhadap beban aksial SNI vs NZS konfigurasi B, $f_y = 400 \text{ MPa}$ .....	53
Gambar 4.9	Perbandingan rasio tulangan pengekang terhadap beban aksial SNI vs CSA konfigurasi B, $f_y = 400 \text{ MPa}$ .....	54
Gambar 4.10	Perbandingan rasio tulangan pengekang terhadap beban aksial SNI vs NZS konfigurasi B, $f_y = 600 \text{ MPa}$ .....	55
Gambar 4.11	Perbandingan rasio tulangan pengekang terhadap beban aksial SNI vs CSA konfigurasi B, $f_y = 600 \text{ MPa}$ .....	56
Gambar 4.12	Perbandingan rasio tulangan pengekang terhadap beban aksial SNI vs NZS konfigurasi B, $f_y = 800 \text{ MPa}$ .....	56
Gambar 4.13	Perbandingan rasio tulangan pengekang terhadap beban aksial SNI vs CSA konfigurasi B, $f_y = 800 \text{ MPa}$ .....	57
Gambar 4.14	Perilaku momen – kurvatur berdasarkan SNI, konfigurasi A .....	58
Gambar 4.15	Perilaku momen – kurvatur berdasarkan SNI, konfigurasi B .....	58
Gambar 4.16	Perilaku momen – kurvatur berdasarkan CSA, konfigurasi A .....	59
Gambar 4.17	Perilaku momen – kurvatur berdasarkan CSA, konfigurasi B .....	60
Gambar 4.18	Perilaku momen – kurvatur berdasarkan NZS, konfigurasi A .....	61
Gambar 4.19	Perilaku momen – kurvatur berdasarkan NZS, konfigurasi B .....	61
Gambar 4.20	Hubungan momen – kurvatur berdasarkan SNI, konfigurasi A .....	62
Gambar 4.21	Hubungan momen – kurvatur berdasarkan SNI, konfigurasi B .....	62

Gambar 4.22	Hubungan momen – kurvatur berdasarkan CSA, konfigurasi A .....	63
Gambar 4.23	Hubungan momen – kurvatur berdasarkan CSA, konfigurasi B .....	64
Gambar 4.24	Hubungan momen – kurvatur berdasarkan NZS, konfigurasi A .....	65
Gambar 4.25	Hubungan momen – kurvatur berdasarkan NZS, konfigurasi B .....	65
Gambar 4.26	Hubungan momen – kurvatur berdasarkan SNI, konfigurasi A .....	66
Gambar 4.27	Hubungan momen – kurvatur berdasarkan SNI, konfigurasi B .....	66
Gambar 4.28	Hubungan momen – kurvatur berdasarkan CSA, konfigurasi A .....	67
Gambar 4.29	Hubungan momen – kurvatur berdasarkan CSA, konfigurasi B .....	68
Gambar 4.30	Hubungan momen – kurvatur berdasarkan NZS, konfigurasi A .....	69
Gambar 4.31	Hubungan momen – kurvatur berdasarkan NZS, konfigurasi B .....	69
Gambar 4.32	Hubungan momen – kurvatur SNI berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi A dengan $f_y=400$ MPa .....	70
Gambar 4.33	Hubungan momen – kurvatur SNI berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi A dengan $f_y=600$ MPa.....	71
Gambar 4.34	Hubungan momen – kurvatur SNI berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi A dengan $f_y=800$ MPa.....	71
Gambar 4.35	Hubungan momen – kurvatur SNI berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi	

B dengan $f_y=400$ MPa .....	72
Gambar 4.36 Hubungan momen – kurvatur SNI berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi	
B dengan $f_y=600$ MPa .....	73
Gambar 4.37 Hubungan momen – kurvatur SNI berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi	
B dengan $f_y=800$ MPa .....	73
Gambar 4.38 Hubungan momen – kurvatur CSA berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi	
A dengan $f_y=400$ MPa.....	74
Gambar 4.39 Hubungan momen – kurvatur CSA berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi	
A dengan $f_y=600$ MPa.....	75
Gambar 4.40 Hubungan momen – kurvatur CSA berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi	
A dengan $f_y=800$ MPa.....	75
Gambar 4.41 Hubungan momen – kurvatur CSA berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi	
B dengan $f_y=400$ MPa .....	76
Gambar 4.42 Hubungan momen – kurvatur CSA berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi	
B dengan $f_y=600$ MPa .....	77
Gambar 4.43 Hubungan momen – kurvatur CSA berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi	
B dengan $f_y=800$ MPa.....	77
Gambar 4.44 Hubungan momen – kurvatur NZS berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi	
A dengan $f_y=400$ MPa.....	78
Gambar 4.45 Hubungan momen – kurvatur NZS berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi	
A dengan $f_y=600$ MPa.....	79

Gambar 4.46	Hubungan momen – kurvatur NZS berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi A dengan $f_y=800 \text{ MPa}$ .....	79
Gambar 4.47	Hubungan momen – kurvatur NZS berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi B dengan $f_y=400 \text{ MPa}$ .....	80
Gambar 4.48	Hubungan momen – kurvatur NZS berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi B dengan $f_y=600 \text{ MPa}$ .....	80
Gambar 4.49	Hubungan momen – kurvatur NZS berdasarkan intensitas gempa ringa, sedang, kuat, kolom konfigurasi B dengan $f_y=800 \text{ MPa}$ .....	81
Gambar 4.50	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa ringan SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi A dengan $f_y=400 \text{ MPa}$ .....	82
Gambar 4.51	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa ringan SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi A dengan $f_y=600 \text{ MPa}$ .....	82
Gambar 4.52	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa ringan SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi A dengan $f_y=800 \text{ MPa}$ .....	83
Gambar 4.53	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa ringan SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi B dengan $f_y=400 \text{ MPa}$ .....	84
Gambar 4.54	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa ringan SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi B dengan $f_y=600 \text{ MPa}$ .....	84
Gambar 4.55	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa ringan SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi B dengan $f_y=800 \text{ MPa}$ .....	85
Gambar 4.56	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas	

	gempa sedang SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi A dengan $f_y=400$ MPa.....	86
Gambar 4.57	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa sedang SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi A dengan $f_y=600$ MPa.....	86
Gambar 4.58	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa sedang SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi A dengan $f_y=800$ MPa.....	87
Gambar 4.59	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa sedang SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi B dengan $f_y=400$ MPa.....	88
Gambar 4.60	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa sedang SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi B dengan $f_y=600$ MPa.....	88
Gambar 4.61	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa sedang SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi B dengan $f_y=800$ MPa.....	89
Gambar 4.62	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa kuat SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi A dengan $f_y=400$ MPa.....	90
Gambar 4.63	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa kuat SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi A dengan $f_y=600$ MPa.....	90
Gambar 4.64	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa kuat SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi A dengan $f_y=800$ MPa.....	91
Gambar 4.65	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa kuat SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi B dengan $f_y=400$ MPa.....	92
Gambar 4.66	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa kuat SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi B	

dengan $f_y=600$ MPa.....	92
Gambar 4.67 Hubungan momen-kurvatur berdasarkan intensitas gempa kuat SNI, CSA, NZS, kolom konfigurasi B dengan $f_y=800$ MPa.....	93
Gambar 4.68 Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa ringan SNI, $f_y=400$ MPa .....	94
Gambar 4.69 Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa ringan SNI, $f_y=600$ MPa .....	94
Gambar 4.70 Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa ringan SNI, $f_y=800$ MPa .....	95
Gambar 4.71 Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa ringan CSA, $f_y=400$ MPa .....	96
Gambar 4.72 Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa ringan CSA, $f_y=600$ MPa .....	96
Gambar 4.73 Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa ringan CSA, $f_y=800$ MPa .....	97
Gambar 4.74 Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa ringan NZS, $f_y=400$ MPa .....	98
Gambar 4.75 Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa ringan NZS, $f_y=600$ MPa .....	98
Gambar 4.76 Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa ringan NZS, $f_y=800$ MPa .....	99

Gambar 4.77	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa sedang SNI, $f_y=400 \text{ MPa}$ .....	100
Gambar 4.78	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa sedang SNI, $f_y=600 \text{ MPa}$ .....	100
Gambar 4.79	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa sedang SNI, $f_y=800 \text{ MPa}$ .....	101
Gambar 4.80	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa sedang CSA, $f_y=400 \text{ MPa}$ .....	102
Gambar 4.81	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa sedang CSA, $f_y=600 \text{ MPa}$ .....	102
Gambar 4.82	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa sedang CSA, $f_y=800 \text{ MPa}$ .....	103
Gambar 4.83	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa sedang NZS, $f_y=400 \text{ MPa}$ .....	104
Gambar 4.84	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa sedang NZS, $f_y=600 \text{ MPa}$ .....	104
Gambar 4.85	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa sedang NZS, $f_y=800 \text{ MPa}$ .....	105
Gambar 4.86	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa kuat SNI, $f_y=400 \text{ MPa}$ .....	106
Gambar 4.87	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis	

	konfigurasi dengan intensitas gempa kuat SNI, fy=600 MPa .....	106
Gambar 4.88	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa kuat SNI, fy=800 MPa .....	107
Gambar 4.89	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa kuat CSA, fy=400 MPa .....	108
Gambar 4.90	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa kuat CSA, fy=600 MPa .....	108
Gambar 4.91	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa kuat CSA, fy=800 MPa .....	109
Gambar 4.92	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa kuat NZS, fy=400 MPa .....	110
Gambar 4.93	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa kuat NZS, fy=600 MPa .....	110
Gambar 4.94	Hubungan momen-kurvatur berdasarkan jenis konfigurasi dengan intensitas gempa kuat NZS, fy=800 MPa .....	111

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1	Perilaku fisik beberapa jenis serat .....	24
-----------	---	----

## DAFTAR NOTASI

$A_b$	= luas penampang ( $\text{mm}^2$ )
$A_c$	= luas penampang inti beton ( $\text{mm}^2$ )
$A_g$	= luas bruto penampang ( $\text{mm}^2$ )
$A_{sh}$	= luas penampang inti beton, diukur dari serat terluar hoop ke serat terluar hoop di sisi lainnya.
$A_{shx}$	= luas penampang inti beton, diukur dari serat terluar hoop ke serat terluar hoop di sisi lainnya (searah sumbu x)
$A_{sy}$	= luas penampang inti beton, diukur dari serat terluar hoop ke serat terluar hoop di sisi lainnya (searah sumbu y)
$b_c$	= lebar inti beton (mm)
$d_b$	= diameter nominal batang tulangan, kawat atau strand prategangan (mm)
$d_c$	= panjang inti penampang beton (mm)
$D$	= diameter tulangan, diameter penampang (mm)
$f'_c$	= kuat tekan karakteristik beton (MPa)
$f_{cc}$	= tegangan puncak beton terkekang
$f_{co}$	= tegangan awal beton terkekang
$f_{hcc}$	= tegangan pada tulangan lateral maksimum
$f_\ell$	= tekanan lateral
$f_a$	= tegangan lateral efektif
$f_y$	= tegangan leleh profil baja (MPa)
$h$	= lebar penampang (mm)
$K\ell$	= koefisien tekanan lateral efektif
$k_d$	= garis netral penampang
$k_n$	= pengaruh dari jumlah tulangan longitudinal yang dipasang
$k_p$	= tingkatan beban aksial
$L$	= panjang (mm)
$M$	= momen (KN – m)
$n\ell$	= jumlah tulangan lateral

P	= beban aksial
R	= jari – jari penampang (mm)
S	= jarak sengkang (mm)
$S_h$	= jarak antar tulangan (mm)
$\Delta$	= defleksi aksial
$\epsilon$	= regangan
$\epsilon_c$	= regangan inti beton
$\epsilon_{cu}$	= regangan ultimate
$\epsilon_o$	= regangan awal
$\rho$	= rasio tulangan tarik non pratekan
$\rho_{cc}$	= rasio tulangan tarik maksimum
$\sigma$	= tegangan ijin baja (MPa)
$\phi$	= sudut kelengkungan

## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN A	Surat - surat .....
LAMPIRAN B	Flow Chart.....
	Program Momen Kurvatur .....