

PENGARUH GAYA AKSIAL TERHADAP LUAS TULANGAN PENGEKANG KOLOM BETON BERTULANG PERSEGI

**Yoseph Navrandinata Pakaang
NRP : 0921006**

Pembimbing : Dr. Anang Kristianto, S.T, M.T.

ABSTRAK

Indonesia merupakan Negara yang rawan terjadi gempa yang tinggi. Hal ini dapat dilihat dalam beberapa waktu sebelumnya banyak daerah di Indonesia yang terkena gempa. Kondisi ini menuntut struktur yang dibangun harus memenuhi kaidah bangunan tahan gempa, sehingga dapat bertahan dan melindungi penghuni atau penggunaanya dari resiko gempa tersebut. Salah satu masalah yang terpenting adalah terkait dengan pendetailan tulangan pada struktur bangunan beton bertulang tahan gempa khususnya pengekang kolom.

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini dilakukan untuk menghitung luas tulangan pengekang dengan pengaruh beban aksial pada kolom beton bertulang persegi pada sebuah gedung 15 lantai yang berfungsi sebagai perkantoran dengan menggunakan 2 peraturan yang berbeda yaitu: ACI/SNI Beton Indonesia dengan CSA A_{23.3-04}. Kemudian akan membandingkan seberapa besar pengaruh gaya aksial tersebut. Dalam hal ini digunakan software ETABS *Nonlinear* v9.5.0 untuk membantu perhitungan agar gedung yang direncanakan memenuhi persyaratan-persyaratan sesuai dengan peraturan beton dan gempa Indonesia.

Hasil dari penelitian ini pengaruh beban aksial yang bekerja pada sebuah bangunan sangat mempengaruhi besarnya luas tulangan pengekang yang dibutuhkan sehingga disarankan untuk peraturan ACI/SNI Beton Indonesia juga memperhitungkan pengaruh dari beban aksial tersebut.

Kata Kunci : CSA A_{23.3-04}, Beton Bertulang, Kolom Beton Bertulang Persegi.

INFLUENCE OF AXIAL FORCE TO CONFINING REINFORCEMENT AREA OF SQUARE CONCRETE COLUMNS

**Yoseph Navrandinata Pakaang
NRP : 0921006**

Supervisor : Dr. Anang Kristianto, S.T., M.T.

ABSTRACT

Indonesia is a country that prone to high seismic. It can be seen in some previous time a lot of Indonesia area affected by seismic. These conditions require a structure that built had to fulfilled rules of seismic resistant building, so it can survive and protect the occupants or users from the seismic risk. One of the most important problems is related to the detailing of reinforcement in seismic resistant reinforced concrete building structure specially restraint column.

The purpose of this Final Project performed to calculate the area of reinforcement restraint with the effect of axial load on square reinforced concrete columns in a 15-story building that serves as the office using 2 different rules that is : ACI/SNI Concrete Indonesia with CSA A23.2-04. Then will compare how great is the influence of the axial force. In this case using the ETABS Nonlinear v9.5.0 software to help the calculation so that the buildings that planned meet the Indonesia's concrete and seismic requirements.

The result of this study the effect of axial load that working on a building greatly affect the amount of required reinforcementrestrain area so it is advisable to ACI/SNI concrete Indonesia rules also consider the effect of axial axial load.

Keywords : *CSA_{23.3-04}, Reinforced Concrete, Square reinforced concrete Columns.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN.....	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN.....	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR.....	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.4 Sistematika Penelitian.....	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN LITERATUR.....	4
2.1 Umum.....	4
2.2 Struktur Beton Bertulang.....	4
2.2.1 Beton.....	4
2.2.2 Baja Tulangan.....	5
2.2.3 Beton Bertulang.....	6
2.2.4 Kolom Beton Bertulang.....	7
2.3 Beton Terkekang pada Kolom.....	9
2.3.1 Mekanisme Kekangan pada Beton.....	9
2.3.2 Kekuatan Aksial Beton Terkekang.....	11
2.3.3 Parameter yang Mempengaruhi Pengekang.....	12
2.4 Tinjauan Peraturan Beton Bertulang.....	15
2.4.1 Perencanaan Ketahanan Gempa.....	15
2.4.2 Perhitungan Luas Tulangan Pengekang sesuai ACI/SNI.....	27
2.4.3 Perhitungan Luas Tulangan Pengekang sesuai CSA A _{23.3-04}	31
BAB 3 STUDI KASUS BESERTA ANALISISNYA.....	32
3.1 Data Struktur.....	32
3.1.1 Denah.....	32
3.1.2 Data Pembebanan.....	35
3.2 Model Struktur.....	36

3.3 Desain Tulangan Pengekang Kolom.....	56
3.3.1 Berdasarkan ACI/SNI Beton Indonesia.....	56
3.3.2 Berdasarkan CSA A _{23.3-04}	57
3.4 Analisis Hasil Desain pada Kolom.....	60
3.4.1 Desain Tulangan Pengekang Kolom dengan Beban Gravitasi.....	61
3.4.1.1 Kolom dengan Level Beban Aksial Rendah.....	61
3.4.1.2 Kolom dengan Level Beban Aksial Tinggi.....	61
3.4.1.3 Kolom dengan Dimensi Bujursangkar.....	62
3.4.1.4 Kolom dengan Dimensi Persegi Panjang.....	64
3.4.2 Desain Tulangan Pengekang Kolom dengan Beban Gempa..	67
3.4.2.1 Kolom dengan Level Beban Aksial Rendah.....	67
3.4.2.2 Kolom dengan Level Beban Aksial Tinggi.....	67
3.4.2.3 Kolom dengan Dimensi Bujursangkar.....	68
3.4.2.4 Kolom dengan Dimensi Persegi Panjang.....	70
BAB 4 KESIMPULAN DAN SARAN	
4.1 Kesimpulan.....	74
4.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Hubungan Tegangan-Regangan Beton dan Baja.....	7
Gambar 2.2	Jenis-jenis Kolom.....	8
Gambar 2.3	Diagram Interaksi Kolom (Istimawan Dipohusodo, 1999).....	9
Gambar 2.4	(a). Alur gaya aksial pada agregat; (b).Transmisi gaya-gaya antar agregat; (c) Retak antarmuka pada agregat; (d). Efek aksi kekangan (CEB-FIP, 1990).....	10
Gambar 2.5	Efektifitas aksi kekangan lateral pada dan persegi.....	12
Gambar 2.6	Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan Batuan Dasar dengan Periode Ulang 500 Tahun [SNI 1726-2002].....	19
Gambar 2.7	Respons Spektrum Gempa Rencana [SNI 1726-2002].....	19
Gambar 2.8	Detail Sengkang Kait Gempa (Disertasi Anang Kristianto).....	29
Gambar 2.9	Detailing Kekangan pada Kolom Persegi (Disertasi Anang Kristianto).....	30
Gambar 3.1	(a) Denah Lantai Basement 2 ; (b) Basement 1 ; (c) Lantai Dasar..	32
Gambar 3.2	(a) Denah Lantai 1 ; (b) Denah Lantai 2 – 13.....	33
Gambar 3.3	Tampak Samping Bangunan.....	34
Gambar 3.4	Pemodelan Lantai Basement 2.....	36
Gambar 3.5	Pemodelan Lantai Basement 1.....	37
Gambar 3.6	Pemodelan Lantai Dasar.....	37
Gambar 3.7	Pemodelan Lantai 1.....	38
Gambar 3.8	Pemodelan Lantai 2 - 13.....	38
Gambar 3.9	Pemodelan Lantai 14.....	39
Gambar 3.10	Pemodelan Lantai 15.....	39
Gambar 3.11	Potongan Struktur Gedung.....	40
Gambar 3.12	Pemodelan Struktur Gedung Tiga Dimensi (3D).....	40
Gambar 3.13	Diagram Interaksi Kolom K6-1100x1100.....	57
Gambar 3.14	Grafik Hubungan Nilai A_{sh} dan Elevasi Kolom K6-1100x1100.....	58

Gambar 3.15	Grafik Hubungan Nilai A_{sh} dan Elevasi Kolom K4-400x3000 Arah-X.....	59
Gambar 3.16	Grafik Hubungan Nilai A_{sh} dan Elevasi Kolom K4-400x3000 Arah-Y.....	60
Gambar 3.17	Grafik Hubungan Nilai A_{sh} dan Elevasi Kolom Bujursangkar (Combo2).....	62
Gambar 3.18	Grafik Hubungan Nilai A_{sh} dan Elevasi Kolom Bujursangkar dengan tambahan Tulangan Pengekang (Combo 2).....	63
Gambar 3.19	Kolom K6-1100x1100 dengan Tambahan Tulangan Pengekang....	63
Gambar 3.20	Grafik Hubungan Nilai A_{sh} dan Elevasi Kolom Persegi Panjang Arah – X (Combo 2).....	64
Gambar 3.21	Grafik Hubungan Nilai A_{sh} dan Elevasi Kolom Persegi Panjang Arah - X dengan tambahan Tulangan Pengekang (Combo 2).....	65
Gambar 3.22	Grafik Hubungan Nilai A_{sh} dan Elevasi Kolom Persegi Panjang Arah – Y (Combo 2).....	66
Gambar 3.23	Grafik Nilai A_{sh} Kolom Bujursangkar (Combo 6).....	68
Gambar 3.24	Grafik Nilai A_{sh} Kolom Bujursangkar dengan tambahan Tulangan Pengekang (Combo 6).....	70
Gambar 3.25	Grafik Nilai A_{sh} Kolom Persegi Panjang Arah – X (Combo 6).....	71
Gambar 3.26	Grafik Hubungan Nilai A_{sh} dan Elevasi Kolom Persegi Panjang Arah - X dengan tambahan Tulangan Pengekang (Combo 6).....	72
Gambar 3.27	Grafik Hubungan Nilai A_{sh} dan Elevasi Kolom Persegi Panjang Arah – Y (Combo 6).....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung.....	16
Tabel 2.2	Beban Hidup pada Lantai Gedung.....	17
Tabel 2.3	Faktor Keutamaan (I) untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan.....	20
Tabel 2.4	Koefisien ζ yang Membatasi Waktu Getar Alami Fundamental Struktur Gedung [SNI 1726-2002].....	22
Tabel 2.5	Faktor Daktilitas Maksimum, Faktor Reduksi Gempa Maksimum, Faktor Tahanan Lebih Struktur dan Faktor Tahanan Lebih Total Beberapa Jenis Sistem dan Subsystem Struktur Gedung.....	23
Tabel 3.1	Kombinasi Beban yang digunakan.....	41
Tabel 3.2	Berat Struktur (kgf/m).....	42
Tabel 3.3	Model Participating Mass Ratio.....	42
Tabel 3.4	Hasil Perhitungan Gaya Geser Dasar Nominal ($T_1 = x$).....	44
Tabel 3.5	Hasil Perhitungan Gaya Geser Dasar Nominal ($T_1 = y$).....	44
Tabel 3.6	Hasil Perhitungan Distribusi Gaya Geser Horizontal.....	45
Tabel 3.7	Hasil Perhitungan T-Ray arah-x.....	46
Tabel 3.8	Hasil Perhitungan T-Ray arah-y.....	47
Tabel 3.9	Perhitungan eksentrisitas rencana ed untuk arah-x.....	48
Tabel 3.10	Perhitungan eksentrisitas rencana ed untuk arah-y.....	48
Tabel 3.11	Δ_s Kinerja Batas Layan Statik Arah-x.....	49
Tabel 3.12	Δ_s Kinerja Batas Layan Statik Arah-y.....	50
Tabel 3.13	Δ_m Kinerja Batas Ultimit Statik Arah-x.....	51
Tabel 3.14	Δ_m Kinerja Batas Ultimit Statik Arah-y.....	51
Tabel 3.15	Point Displacement Maksimum.....	52
Tabel 3.16	Δ_s Kinerja Batas Layan Dinamik Arah-x.....	53
Tabel 3.17	Δ_s Kinerja Batas Layan Dinamik Arah-y.....	53
Tabel 3.18	Δ_m Kinerja Batas Ultimit Dinamik Arah-x.....	54

Tabel 3.19	Δm Kinerja Batas Ultimit Dinamik Arah-y.....	55
Tabel 3.20	Hasil Perhitungan Disain Tulangan Pengekang Kolom Bujursangkar.....	58
Tabel 3.21	Hasil Perhitungan Disain Tulangan Pengekang Kolom Persegi Panjang Arah-X.....	59
Tabel 3.22	Hasil Perhitungan Disain Tulangan Pengekang Kolom Persegi Panjang Arah-Y.....	60
Tabel 3.23	Hasil Perhitungan Nilai A_{sh} Kolom Bujursangkar (Combo 2).....	62
Tabel 3.24	Hasil Perhitungan Nilai A_{sh} Kolom Bujursangkar dengan tambahan Tulangan Pengekang (Combo 2).....	63
Tabel 3.25	Hasil Perhitungan Nilai A_{sh} Kolom Persegi Panjang Arah – X (Combo 2).....	64
Tabel 3.26	Hasil Perhitungan Nilai A_{sh} Kolom Persegi Panjang Arah – X dengan tambahan Tulangan Pengekang (Combo 2).....	65
Tabel 3.27	Hasil Perhitungan Nilai A_{sh} Kolom Persegi Panjang Arah – Y (Combo 2).....	66
Tabel 3.28	Hasil Perhitungan Nilai A_{sh} Kolom Bujursangkar (Combo 6).....	68
Tabel 3.29	Hasil Perhitungan Nilai A_{sh} Kolom Bujursangkar dengan tambahan Tulangan Pengekang (Combo 6).....	69
Tabel 3.30	Hasil Perhitungan Nilai A_{sh} Kolom Persegi Panjang Arah – X (Combo 6).....	70
Tabel 3.31	Hasil Perhitungan Nilai A_{sh} Kolom Persegi Panjang Arah – X dengan tambahan Tulangan Pengekang (Combo 6).....	72
Tabel 3.32	Hasil Perhitungan Nilai A_{sh} Kolom Persegi Panjang Arah – Y (Combo 6).....	73

DAFTAR NOTASI

A_{ch}	Luas inti terkekang yang dihitung dari pusat
A_g	luas total penampang kolom beton
A_{st}	luas total penampang tulangan longitudinal
A_{sh}	luas total penampang tulangan transversal
$b_c = B$	dimensi inti beton terkekang (jarak pusat ke pusat sengkang)
d_b	diameter tulangan pengekang
d_{bl}	diameter tulangan longitudinal
D_c	diameter kolom
DL	beban mati, berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap
E_s	modulus elastisitas baja, MPa
f_c'	kuat tekan beton silinder
$f_1 = f_2$	tegangan lateral yang bekerja pada inti beton terkekang
f_y	tegangan leleh tulangan longitudinal
f_{yh}	tegangan leleh tulangan transversal
h_c	dimensi inti beton tegak lurus tulangan transversal yang ditinjau
I	factor keutamaan gedung
I_c	indeks efektif pengekangan pada saat beban maksimum
k_e	koefisien efektifitas kekangan
k_p	rasio antara gaya aksial yang diberikan dengan gaya nominal kolom
LL	beban hidup, semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung
P_0	$0,85f_c''(A_g - A_s) + f_y A_s$ = kapasitas nominal kolom akibat beban aksial konsentrik

P_{max}	maksimum beban aksial yang terukur pada saat pengujian Aksial konsentris.
P_u	beban aksial terfaktor, N
s	jarak antar sengkang, mm
SDL	beban mati tambahan
T	waktu getar alami struktur, detik
\emptyset	diameter baja tulangan
Δ	simpangan antar lantai tingkat desain
Δ_m	rasio antara simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar L.1	Denah Lantai Basement 2 ; Basement 1 ; Lantai Dasar (mm).....	78
Gambar L.2	Denah Lantai 1 (mm).....	79
Gambar L.3	Denah Lantai 2 – 15 (mm).....	80
Gambar L.4	Tampak Samping Bangunan.....	81
Gambar L.5	Detail Penulangan Kolom K4-400x3000.....	82
Gambar L.6	Detail Penulangan Kolom K4-400x2100.....	82
Gambar L.7	Detail Penulangan Kolom K4-400x1300.....	83
Gambar L.8	Detail Penulangan Kolom K4-400x800.....	83
Gambar L.9	Detail Penulangan Kolom K6-1100x1100.....	84
Gambar L.10	Detail Penulangan Kolom K6-950x950.....	84
Gambar L.11	Detail Penulangan Kolom K6-600x600.....	85
Gambar L.12	Detail Penulangan Kolom K6-750x750.....	85
Gambar L.13	Diagram Interaksi Kolom K6-1100x1100.....	97
Gambar L.14	Diagram Interaksi Kolom K6-950x950.....	98
Gambar L.15	Diagram Interaksi Kolom K6-750x750.....	98
Gambar L.16	Diagram Interaksi Kolom K6-600x600.....	99
Gambar L.17	Diagram Interaksi Kolom K4-400x3000.....	99
Gambar L.18	Diagram Interaksi Kolom K4-400x3000.....	100
Gambar L.19	Diagram Interaksi Kolom K4-400x2100.....	100
Gambar L.20	Diagram Interaksi Kolom K4-400x1300.....	101
Gambar L.21	Diagram Interaksi Kolom K4-400x800.....	101
Gambar L.22	Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan Batuan Dasar dengan Periode Ulang 500 Tahun [SNI 1726-2002].....	102
Gambar L.23	Respon Spektrum Gempa Rencana.....	103