

STUDI KOMPARASI KEBUTUHAN TULANGAN PENGEKANG KOLOM PERSEGI PADA GEDUNG SESUAI PERATURAN SNI 03-2847-2013 DAN ACI 318-14

**Andre Wiranata Chua
NRP: 1521022**

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

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk yang tidak terkontrol dan keterbatasan lahan menjadi isu yang sangat besar dalam era modernisasi saat ini. Hal ini akan berpengaruh pada harga lahan perkotaan semakin tinggi yang menjadikan bangunan tinggi berkembang pesat di negara-negara maju, termasuk Indonesia. Mengingat negara Indonesia adalah negara yang rawan gempa, kebutuhan desain dan konstruksi akan semakin tinggi dalam perencanaan struktur beton bertulang. Peraturan persyaratan beton bertulang terbaru yang berlaku di Indonesia saat ini adalah SNI 03-2847-2013 yang merujuk pada ACI 318-08 dan ACI 318-11. Namun di USA sendiri ACI 318-11 telah direvisi menjadi ACI 318-14, sehingga peraturan SNI akan mengikuti. Untuk itu perlu suatu studi untuk mengetahui perbedaan antara ke dua peraturan terutama dalam elemen struktur kolom.

Studi ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kebutuhan tulangan pengekang pada kolom persegi antara peraturan ACI 318-14 dengan SNI 2847-2013. Gedung yang dimodelkan adalah gedung 16 lantai di Kota Palembang menggunakan *software* ETABS 2009.

Berdasarkan hasil analisis model struktur dapat disimpulkan bahwa kebutuhan tulangan pengekang berdasarkan ACI 318-14 pada kolom berbentuk bujur sangkar akan lebih besar dibandingkan dengan kolom berbentuk persegi panjang. Selain itu, kebutuhan tulangan pengekang pada kolom akan lebih berpengaruh jika posisi kolom berada di tengah atau pusat bangunan. Posisi kolom pada tepi bangunan memiliki kebutuhan tulangan pengekang yang lebih besar dibandingkan posisi kolom pada sudut bangunan berdasarkan ACI 318-2014. Perbedaan kebutuhan tulangan pengekang terbesar antara ACI 318-14 dan SNI 2847-2013 terjadi pada kolom bujur sangkar sebesar 31,07% sedangkan untuk kolom persegi panjang arah y sebesar 25,6%.

Kata kunci: tulangan pengekang, SNI 2847-2013, ACI 318-14

COMPARATIVE STUDY OF THE REQUIRED OF CONFINEMENT REINFORCEMENT IN SQUARE COLUMN ON BUILDING REFERS TO SNI 2847-2013 AND ACI 318-14

**Andre Wiranata Chua
NRP: 1521022**

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

ABSTRACT

Uncontrolled growth population and limited land become big issues on the era of modernization. Thi issues will effect to higher prices of urban land that makes high rise building developed rapidly in developed countries, including Indonesia. Considering that Indonesia is an earthquake-prone country, construction and design requirements will be even higher in designing reinforced concrete structures. The latest regulatory requirements of reinforced concrete in Indonesia is SNI 2847-2013 which refers to ACI 318-08 and ACI 318-11. But in USA itself ACI 318-11 has been revised to ACI 318-14, so SNI regulations will follow. Therefore required a study to knows the different between the two regulations expecially on column structure elements.

This study aims to know the differences of confinement reinforcement regulations in square column between ACI 318-14 and SNI 2847-2013. The modeled building is 16 storys building in Palembang city using ETABS 2009 software.

Based on results of structural model analysis can be conclude that the required of confinement reinforcement based on ACI 318-14 regulation in square column is greater than rectangular column. Other than that, the requied of confinement reinforcement will more impact if the column in the middle or centre of the building. Positon of the column on the edge of the building has greater confinement requirement rather than positon of the column on the corner of the building based on ACI 318-14 regulation. The biggest diffrences of confinement reinforcement needs between ACI 318-14 and SNI 2847-2013 in square column which is 31,07% meanwhile in rectangular column in y direction is 25,6%.

Keywords: confinement reinforcement, SNI 2847-2013, ACI 318-14

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
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Struktur Beton Bertulang	4
2.1.1 Kelebihan Struktur Beton Bertulang	4
2.1.2 Kekurangan Struktur Beton Bertulang	4
2.2 Struktur Bangunan Tinggi	5
2.3 Jenis-jenis Sistem Struktur	5
2.4 Sistem Rangka Pemikul Momen	6
2.5 Perencanaan Struktur	6
2.6 Perencanaan Elemen Struktur Balok	7
2.6.1 Kuat Perlu dan Kuat Desain Lentur	8
2.6.2 Perhitungan Keperluan Tulangan Baja untuk Menahan Lentur	8
2.6.3 Perhitungan <i>Probable Moment Capacities</i> (M_{pr})	9
2.6.4 Kuat Perlu dan Kuat Desain Geser	10
2.6.5 Diagram Gaya Geser	11
2.6.6 Sengkang untuk Gaya Geser	11
2.7 Perencanaan Elemen Struktur Kolom	12
2.7.1 Kuat Perlu dan Kuat Desain Kolom	13
2.7.2 Desain Tulangan <i>Confinement</i>	13
2.7.2.1 Desain Tulangan <i>Confinement</i> Berdasarkan SNI 2847-2013	13
2.7.2.2 Desain Tulangan <i>Confinement</i> Berdasarkan ACI 2847-2013	14
2.7.3 Desain Tulangan Geser	15
2.8 Analisis Pembebanan	16
2.8.1 Beban Mati	16

2.8.2	Beban Hidup	17
2.8.3	Beban Gempa	17
2.8.4	Kombinasi Pembebanan	18
2.9	Perencanaan Bangunan Tahan Gempa	21
2.10	Wilayah Gempa Indonesia	22
2.11	Periode Alami Fundamental	23
2.12	Struktur Penahan Gaya Seismik	25
2.13	Koefisien Respons Seismik	25
2.14	Respons Spektra	26
2.15	Distribusi Gaya Gempa	29
2.16	Simpangan Antar Lantai	29
2.17	Pengaruh P-delta dan Torsi	31
BAB III	METODE PENELITIAN	34
3.1	Diagram Alir Penelitian	34
3.2	Pemodelan Struktur	35
3.3	Pembebanan	37
3.3.1	Pembebanan Gravitasi	37
3.3.2	Pembebanan <i>Lift</i>	38
3.3.3	Pembebanan Tangga	40
3.3.4	Pembebanan Gempa	43
3.2.3	Kombinasi Pembebanan	45
3.4	<i>Preliminary Design</i>	46
3.4.1	<i>Preliminary Design</i> Balok	46
3.4.2	<i>Preliminary Design</i> Pelat	48
3.4.3	<i>Preliminary Design</i> Kolom	49
3.5	Perhitungan Periode Alami Fundamental	50
3.6	Perhitungan Koefisien Respons Seismik	51
3.7	Perhitungan Gaya Dasar Seismik	52
3.8	Distribusi Gaya Gempa	53
3.9	Pengecekan Faktor Skala Gaya	55
3.10	Pengecekan Partisipasi Massa	57
3.11	Pengecekan Simpangan Antar Lantai (<i>Story Drift</i>)	58
3.12	Pengaruh P-delta dan Torsi	60
3.13	Desain Elemen Struktur Balok Berdasarkan SNI 2847-2013	61
BAB IV	ANALISIS DATA	68
4.1	Desain Elemen Struktur Kolom Berdasarkan SNI 2847-2013	68
4.2	Desain Tulangan Geser Berdasarkan SNI 2847-2013	70
4.3	Desain Kebutuhan Tulangan <i>Confinement</i> Berdasarkan SNI 2847-2013	72
4.4	Desain Kebutuhan Tulangan <i>Confinement</i> Berdasarkan ACI 318-14	74
4.5	Perbandingan Kebutuhan Tulangan <i>Confinement</i> Antara SNI 2847-2013 dan ACI 318-14	75
4.5.1	Posisi Kolom Bujur Sangkar di Sudut dan Tengah Gedung 16 Lantai	75
4.5.2	Posisi Kolom Bujur Sangkar di Tepi dan Tengah Gedung 16 Lantai	78

4.5.3 Bentuk Kolom Persegi Panjang dan Bujur Sangkar pada Posisi Tepi Gedung 16 Lantai	82
4.5.4 Posisi Kolom Bujur Sangkar di Tepi dan Sudut Gedung 16 Lantai	86
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN L.1	93



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	S_s , Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R), Kelas Situs SB	23
Gambar 2.2	S_1 , Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_G), Kelas Situs SB	23
Gambar 2.3	Faktor Pembesaran Torsi (A_x)	33
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 3.2	Gambar 3D Model Struktur dengan ETABS 2009	36
Gambar 3.3	Denah Struktur Lantai 2 – Lantai 13	37
Gambar 3.4	Denah Struktur Lantai 13 – Lantai Atap	37
Gambar 3.5	Denah Balok Pengontrol Mesin <i>Lift</i>	39
Gambar 3.6	Denah Balok Perletakan Mesin <i>Lift</i>	39
Gambar 3.7	Pembebanan pada Balok Pengontrol Mesin <i>Lift</i>	40
Gambar 3.8	Pembebanan pada Balok Perletakan Mesin <i>Lift</i> Depan	40
Gambar 3.9	Pembebanan pada Balok Perletakan Mesin <i>Lift</i> Belakang	40
Gambar 3.10	Denah Tangga	41
Gambar 3.11	Tampak Samping Tangga	41
Gambar 3.12	Dimensi Anak Tangga	41
Gambar 3.13	Respons Spektra Desain Elastis untuk Nilai $S_s = 0,262g$, dan $S_1 = 0,164g$	45
Gambar 3.14	Denah Balok Induk dan Balok Anak	46
Gambar 3.15	Denah Pelat Satu Arah	48
Gambar 3.16	Diagram Perbandingan Gaya Geser Nominal Struktur Sepanjang Tinggi Bangunan Arah Barat-Timur	56
Gambar 3.17	Diagram Perbandingan Gaya Geser Nominal Struktur Sepanjang Tinggi Bangunan Arah Utara-Selatan	
Gambar 3.18	Momen Akibat Beban Gravitasi Kombinasi 15	62
Gambar 3.19	Momen Akibat Beban Gempa Kombinasi 15	62
Gambar 4.1	Kolom K4-Lantai 1	68
Gambar 4.2	Diagram Interaksi Kolom K4-Lantai 1	70
Gambar 4.3	Posisi Kolom Bujur Sangkar di Sudut dan Tengah Gedung 16 Lantai	75
Gambar 4.4	Perbandingan Ash/s Posisi Kolom Bujur Sangkar di Sudut Gedung 16 Lantai	77
Gambar 4.5	Perbandingan Ash/s Posisi Kolom Bujur Sangkar di Tengah Gedung 16 Lantai	77
Gambar 4.6	Posisi Kolom Bujur Sangkar di Tepi dan Tengah Gedung 16 Lantai	78
Gambar 4.7	Perbandingan Ash/s Posisi Kolom Bujur Sangkar di Tepi Gedung 16 Lantai	81
Gambar 4.8	Perbandingan Ash/s Posisi Kolom Bujur Sangkar di Tengah Gedung 16 Lantai	81
Gambar 4.9	Posisi Kolom Bujur Sangkar dan Persegi Panjang pada Tepi Gedung 16 Lantai	82
Gambar 4.10	Perbandingan Ash/s Kolom Persegi Panjang pada Posisi Tepi Gedung 16 Lantai Arah X	84

Gambar 4.11 Perbandingan Ash/s Kolom Persegi Panjang pada Posisi Tepi Gedung 16 Lantai Arah Y	84
Gambar 4.12 Perbandingan Ash/s Kolom Bujur Sangkar pada Posisi Tepi Gedung 16 Lantai	85
Gambar 4.13 Kolom Bujur Sangkar pada Tepi Gedung 16 Lantai	86
Gambar 4.14 Perbandingan Ash/s Posisi Kolom Bujur Sangkar di Tepi Gedung 16 Lantai	86
Gambar 4.15 Perbandingan Ash/s Posisi Kolom Bujur Sangkar di Sudut Tepi Gedung 16 Lantai	87



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum, L_0 , dan Beban Hidup Terpusat Minimum	17
Tabel 2.2	Kombinasi Pembebanan	18
Tabel 2.3	Persyaratan Masing-masing Tingkat yang Menahan Lebih dari 35% Gaya Geser Dasar	20
Tabel 2.4	Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x Berdasarkan SNI 03-1726-2012	24
Tabel 2.5	Koefisien untuk Batas Atas Pada Periode yang dihitung Berdasarkan SNI 03-1726-2012	25
Tabel 2.6	Klasifikasi Situs Berdasarkan SNI 03-1726-2012	27
Tabel 2.7	Koefisien Situs F_a ditentukan Berdasarkan SNI 03-1726-2012	28
Tabel 2.8	Koefisien Situs F_v ditentukan Berdasarkan SNI 03-1726-2012	28
Tabel 2.9	Simpangan Antar Lantai Izin (Δ_a)	31
Tabel 3.1	Data Model Struktur Gedung	36
Tabel 3.2	Reaksi Perletakan Tangga	43
Tabel 3.3	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya untuk Beban Gempa Berdasarkan SNI 03-1726-2012	44
Tabel 3.4	Rekapitulasi Dimensi Balok Induk	47
Tabel 3.5	Rekapitulasi Dimensi Balok Anak	48
Tabel 3.6	Rekapitulasi Dimensi Kolom	50
Tabel 3.7	Ringkasan Rasio Partisipasi Modal Massa	51
Tabel 3.8	Massa Struktur	53
Tabel 3.9	Perhitungan Distribusi Vertikal Gaya Gempa dan Distribusi Horizontal Gaya Gempa Arah (Utara-Selatan) Berdasarkan SNI 03-1726-2012	54
Tabel 3.10	Perhitungan Distribusi Vertikal Gaya Gempa dan Distribusi Horizontal Gaya Gempa Arah (Barat-Timur) Berdasarkan SNI 03-1726-2012	55
Tabel 3.11	Perbandingan Nilai V_d dan 85% V_s	56
Tabel 3.12	Partisipasi Massa Arah X dan Arah Y	58
Tabel 3.13	Simpangan Antar Lantai Arah Barat-Timur	58
Tabel 3.14	Simpangan Antar Lantai Arah Utara-Selatan	59
Tabel 3.15	Pengaruh P-delta Terhadap Arah x	60
Tabel 3.16	Pengaruh P-delta Terhadap Arah y	60
Tabel 3.17	Momen Akibat Beban Gravitasi	62
Tabel 3.18	Momen Akibat Beban Gempa	62
Tabel 3.19	Momen Akibat Kombinasi 15	63
Tabel 3.20	Momen pada Balok G2-Lantai 2	63
Tabel 3.21	Tulangan Lentur Balok G2-Lantai 2	65
Tabel 3.22	Gaya Dalam <i>Ultimate</i>	65
Tabel 3.23	Syarat Spasi Tulangan Geser Maksimum	67
Tabel 4.1	Gaya Aksial Kolom K4-Lantai 1	69

Tabel 4.2	Tulangan Kolom K2	76
Tabel 4.3	Tulangan Kolom K1	79
Tabel 4.4	Tulangan Kolom K3	80
Tabel 4.5	Tulangan Kolom K3-1	83



DAFTAR NOTASI

A_{ch}	Luas penampang komponen struktur yang diukur sampai tepi luar tulangan transversal
A_g	Luas bruto penampang beton
A_s	Luas tulangan tarik longitudinal non-prategang
A_s'	Luas tulangan tekan
A_{sh}	Luas penampang total tulangan transversal dalam spasi dan tegak lurus terhadap dimensi b_c
A_v	Luas tulangan geser berspasi
A_x	Faktor pembesaran momen torsi tak terduga
b_w	Lebar badan, tebal dinding atau diameter penampang lingkaran
b_c	Dimensi penampang inti komponen struktur yang diukur ke tepi luar tulangan transversal membentuk luas A_{sh}
C_1	Dimensi kolom persegi atau persegi ekuivalen, kapital, atau brakit yang diukur dalam arah bentang di mana momen ditentukan
C_2	Dimensi kolom persegi atau persegi ekuivalen, kapital, atau brakit yang diukur dalam arah tegak lurus C_1
C_d	Faktor implikasi defksi
C_s	Koefisien respons seismik
C_t	Nilai parameter periode pendekatan
C_u	Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung
C_{vx}	Faktor distribusi vertikal
d	Jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tarik longitudinal
E_s	Modulus elastisitas beton
f'_c	Kekuatan tekan beton yang disyaratkan
f_y	Kekuatan leleh tulangan yang diisyaratkan
f_{yt}	Kekuatan leleh tulangan transversal yang diisyaratkan f_y
F_a	Koefisien situs untuk periode pendek pada periode 0,2 detik
F_v	Koefisien situs untuk periode panjang pada periode 1 detik
F_i, F_x	Bagian darigaya geser dasar, V , pada tingkat i atau x
g	Percepatan gravitasi, dinyatakan dalam meter per detik kuadrat
h	Tinggi atau tebal keseluruhan komponen struktur
h_x	Spasi horizontal kait silang atau kaki sengkang tertutup pusat ke pusat maksimum pada semua muka kolom
h_{sx}	Tinggi tingkat di bawah tingkat x
I_e	Faktor keutamaan gempa
k_j	Faktor kekuatan beton
k_n	Faktor efektivitas tulangan pengekang
MCE	Gempa tertimbang maksimum
M_n	Kekuatan lentur nominal penampang
M_{nb}	Kekuatan lentur nominal balok termasuk pelat bilamana tertarik, yang merangka ke dalam <i>joint</i>
M_{nc}	Kekuatan lentur nominal kolom yang merangka kedalam <i>joint</i>
M_{pr}	Kekuatan lentur mungkin komponen struktur, dengan atau tanpa beban aksial

M_u	Momen akibat beban luar terfaktor
n_1	Jumlah tulangan longitudinal dalam perimeter inti kolom yang secara lateral didukung oleh tulangan pengekang
N_u	Gaya aksial terfaktor tegak lurus terhadap penampang yang terjadi serentak dengan V_u dan T_u
P_n	Kekuatan aksial nominal penampang
P_u	Gaya aksial terfaktor; diambil sebagai positif untuk tekan dan negatif untuk tarik
P_x	Beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat x
Q_u	Beban terfaktor per satuan luas
R	Faktor koefisien modifikasi respons
S_a	Percepatan total maksimum
S_s	Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada perioda pendek, redaman 5 persen
S_l	Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada perioda 1 detik, redaman 5 persen
S_{DS}	Parameter percepatan respons spektral pada perioda pendek redaman 5 persen
S_{D1}	Parameter percepatan respons spektral pada perioda 1 detik redaman 5 persen
S_{MS}	Parameter percepatan respons spektral MCE pada perioda pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
S_{M1}	Parameter percepatan respons spektral MCE pada perioda 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
T	Periode fundamental struktur
T_u	Momen torsi terfaktor pada penampang
V_c	Kekuatan geser nominal beton
V_e	Gaya geser desain
V_n	Kuat geser nominal balok
V_s	Kekuatan geser nominal tulangan geser
V_u	Gaya geser luar akibat beban luar terfaktor
V_x	Gaya geser seismik yang bekerja antara tingkat x dan (x-1)
w_x	Bagian dari berat seismik efektif struktur, w, di tingkat x
x	Tingkat yang sedang ditinjau, 1 menandakan tingkat pertama setelah lantai dasar
a	Rasio kekakuan saat leleh terhadap kekakuan elastik efektif
c	Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral
s	Spasi pusat ke pusat suatu benda
\emptyset	Faktor reduksi komponen struktur
θ	Koefisien stabilitas untuk pengaruh P-delta
Δ	Simpangan antar lantai tingkat desain
δ_{xe}	Defleksi pada lokasi yang disyaratkan dan ditentukan sesuai dengan analisis elastis
δ_{max}	Perpindahan maksimum ditingkat x yang dihitung dengan mengasumsikan $A_x = 1$
δ_{avg}	Rata-rata perpindahan di titik terjauh struktur di tingkat x yang dihitung dengan mengasumsikan $A_x = 1$
ρ_{max}	Rasio tulangan lentur maksimum

ρ	Rasio A_s terhadap bd
ρ	Faktor redundansi struktur
ρ_b	Rasio A_s terhadap bd yang menghasilkan kondisi regangan seimbang
ρ_g	Rasio A_s terhadap A_g
β_1	Faktor yang menghubungkan tinggi blok tegangan tekan persegi ekuivalen dengan tinggi sumbu netral
Ω_0	Faktor pembesaran defleksi



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1 Denah Struktur	93
Lampiran L.2 Data Badan Standardisasi Nasional Indonesia	95
Lampiran L.3 Data Perhitungan Eksentrisitas dan Torsi	104
Lampiran L.4 Data Perhitungan Kebutuhan Tulangan <i>Confinement</i>	105
Lampiran L.5 Data Teknis <i>Lift</i>	114

