

FLAT SLAB WITH COLUMN HEAD GEDUNG KANTOR

Dwi Kurniati¹

Universitas Teknologi Yogyakarta

Email : dwi.kurniati@staff.uty.ac.id

Abstrak

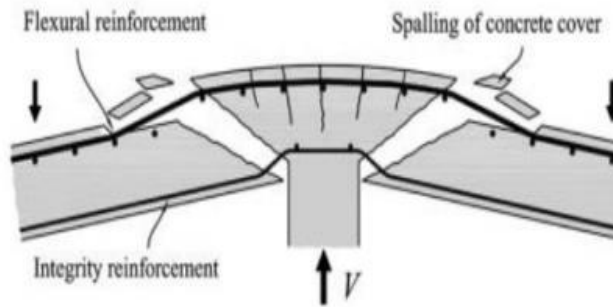
Flat slab adalah konstruksi pelat beton bertulang tanpa balok, dengan *flat slab* dan kolom sebagai media pemikul beban dari bangunan. Dengan tidak menggunakan balok, keuntungan yang didapat adalah mengurangi volume beton, mengurangi ketinggian perlantai, dan mengurangi beban struktur. Sistem struktur flat slab terbilang mempunyai kelebihan dibanding dengan sistem struktur beton bertulang biasa (konvensional), yaitu lebih ekonomis. Kepala kolom adalah salah satu tipe konstruksi pengganti fungsi struktur balok di dalam metode konstruksi flat slab. Penambahan kepala kolom pada pelat selain meningkatkan tahanan geser pelat, juga mengurangi momen pada pelat karena memperpendek bentang. Penelitian ini mencoba merencanakan struktur flat slab kepala kolom dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) menggunakan ketentuan SNI 1726:2012, SNI 2847:2013, SNI 1727:2013 dan software Etabs 2016. Berdasarkan analisis dan perhitungan diperoleh tebal pelat lantai 200 mm dengan tulangan D22-300 mm untuk lajur kolom dan D22-300 mm untuk lajur tengah. Tebal pelat atap s120 mm dengan tulangan D16-250 mm untuk lajur kolom dan lajur tengah menggunakan tulangan D16-250 mm. Tebal kepala kolom 800 mm dengan tulangan D13-130 mm untuk arah x maupun arah y. Menggunakan 2 jenis kolom yaitu kolom 1 600 mm x 600 mm didapatkan tulangan 6 D22 dan kolom 2 500 mm x 500 mm didapatkan tulangan 4 D22.

Kata kunci: Column Head, Flat Slab, Gedung, Kantor

1. PENDAHULUAN

Perkembangan perekonomian di daerah Gresik mengalami kenaikan 6.15% dalam tahun 2015 melalui sektor perindustrian dan pertumbuhan perekonomian di Gresik di peningkatan infrastruktur yang baik melalui program pembangunan nasional oleh pemerintah pusat maupun daerah. Perkembangan teknologi dan inovasi konstruksi di Indonesia terus mengalami pertumbuhan yang baik dimana faktor keamanan dan efisiensi menjadi suatu hal yang sangat diperhatikan di setiap konstruksi bangunan. Faktor gaya gempa pada bangunan di area gempa sedang hingga tinggi menjadi salah satu faktor yang sangat diperhatikan oleh perencana dimana faktor ini sangatlah fatal dikarenakan gaya gempa memiliki resiko yang sangat fatal jika tingkat kekakuan bangunan tidak memenuhi persyaratan minimum. Persyaratan

minimum perencanaan ketahanan gempa bagi struktur bangunan gedung dan non gedung di Indonesia diatur dalam SNI 1726 tahun 2012 dengan peta gempa tahun 2017. *Flat slab* adalah konstruksi pelat beton bertulang tanpa balok, dengan flat slab dan kolom sebagai media pemikul beban dari bangunan. Dengan tidak menggunakan balok keuntungan yang didapat adalah mengurangi volume beton, mengurangi ketinggian perlantai dan mengurangi beban struktur. Konstruksi ini tidak menggunakan komponen balok sehingga konstruksinya menggunakan kolom dan plat lantai dengan penambahan kepala kolom. Penambahan struktur kepala kolom pada sistem struktur *flat slab* mengatasi kekuatan pelat dan ketahanan untuk menahan gaya geser (*punching shear*) pada daerah sekitar kolom juga mengurangi momen pada pelat karena memperpendek bentang



Gambar 1 Kegagalan geser (Ruiz dkk., 2013)



Gambar 2 Kepala Kolom

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pelat

Struktur adalah sarana untuk menyalurkan beban dan akibat penggunaan atau kehadiran bangunan dalam tanah (Schodeck.1991). Pelat adalah elemen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya kolom. Sesuai SNI 2847 tahun 2013, menjelaskan ketentuan pelat dua arah (two-way slab) dengan ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior sebagai berikut:

1. Pelat yang ditumpu pada dua sisi yang berseberangan,
2. Pelat yang ditumpu pada 4 sisinya, dengan perbandingan, panjang/lebar < 2 .

Dikatakan pelat dua arah apabila:

$$L_y/L_x < 2 \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

L_x = Bentang Terpanjang

L_y = Bentang Terpendek

Dan tidak kurang dari:

Pelat tanpa penebalan = 125 mm

Pelat dengan penebalan (*drop panel*) = 100 mm

Penulangan Pelat

Persyaratan SNI 2847 tahun 2013, tulangan pada pelat tanpa balok harus diteruskan dengan panjang minimum seperti yang ditunjukkan

Gambar 3.

LAJUR	LOKASI	A_s MINIMUM PADA PENAMPANG	TANPA DROP PANEL	DENGAN DROP PANEL
LAJUR KOLOM	ATAS	SISA 50 %		
	BAWAH	100%		
LAJUR TENGAH	ATAS	100%		
	BAWAH	SISA 50%		

Gambar 3 Perpanjangan minimum untuk tulangan pada pelat tanpa balok

2.2 Perencanaan Kepala Kolom

Kepala kolom yang diterapkan pada konstruksi flat slab merupakan pembesaran di bagian atas kolom atau pada pertemuan pelat-kolom. Karena struktur tidak menggunakan balok-balok, maka kepala kolom tersebut bertujuan untuk mendapatkan panjang keliling kolom agar geser akibat beban lantai berpindah serta untuk meningkatkan tebal dengan berkurangnya perimeter di dekat kolom. Syarat memisahkan garis maksimum 45° untuk distribusi dari geser kepala kolom, ACI-13.1.2 menyatakan bahwa kepala kolom efektif untuk pertimbangan kekuatan agar berada di dalam kerucut bulat terbesar, piramida, atau baji yang mengecil dengan puncak 90° yang dapat diikuti di dalam cakupan dari elemen pendukung yang sebenarnya. Jarak dari pusat tumpuan biasanya sekita 20% sampai dengan 25% dari bentang rata-rata antar kolom.

2.3 Kolom

Perancangan elemen kolom ada beberapa asumsi desain yang di isyaratkan pada peraturan SNI 2847 tahun 2013. Kolom merupakan elemen struktur yang menerima kombinasi lentur dan beban aksial pada Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

1. Regangan pada beton dan baja dianggap proposional terhadap jarak ke sumbu netral.
2. Kesetimbangan gaya dan kompabilitas regangan harus dipenuhi.
3. Regangan tekan maksimum pada beton dibatasi sebesar 0,003.
4. Tegangan pada tulangan baja adalah sebagai berikut:

$$f'_s = \varepsilon E_s < f_y \quad \dots\dots\dots(2)$$

Menghitung A perlu dengan menggunakan persamaan

$$A = \frac{P}{\phi f'c} \quad \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

A = Luas kolom yang dibutuhkan (mm²)

P = Total beban yang menumpu kolom

Ø = Faktor reduksi = 0,3

Cek dimensi kolom dengan $h = b$ lebih besar dari 300 mm serta rasio b dan h lebih besar dari 0,4 Kekakuan Kolom

Struktur kolom dengan pengaku maka kekuatan kolom dapat dianggap sebagai berikut:

$$EI_K = \frac{(E_c I_g)}{1 + \beta d} \quad \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

E_c = modulus elastis beton

I_g = momen inersia penampang beton utuh dengan anggapan tak bertulang dan untuk kolom penampang persegi maka nilai $I_g = 1/12 b.h^3$

βd = faktor yang menunjukkan hubungan antara beban mati dan beban keseluruhan

$$\beta d = \left(\frac{1,4 d}{1,2 d + 1,6 L} \right)$$

Penulangan Kolom

Diagram Mn Pn

Diagram Mn Pn hubungan antara beban aksial dan momen lentur, nilai Mn dan nilai Pn, dapat diketahui melalui persamaan berikut:

$$P_n = 0,85 f'c ab + A's F's - A_s F_s \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$M_n = 0,85 f'c ab \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) + A's F's \left(\frac{h}{2} - d' \right) + A_s F_s \left(d - \frac{h}{2} \right) \quad \dots\dots\dots(6)$$

Apabila nilai $P_u = \phi P_n \geq 0,1 f'c Ag$, kondisi ini terjadi apabila keruntuhan yang direncanakan adalah keruntuhan tekan, maka nilai ϕ :

$$\phi = 0,65$$

$$\phi = 0,75$$

Penampang kolom aman apabila beban aksial P_u lebih kecil dari ϕP_n , dan momen M_u lebih kecil dari ϕM_n . Secara matematis dapat ditulis pada persamaan berikut:

$$\phi P_n \geq P_n \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$\phi M_n \geq M_u \quad \dots\dots\dots(8)$$

Tulangan geser pada kolom dibutuhkan apabila memenuhi persamaan sebagai berikut berikut:

$$V_c = \left[1 + \frac{P_u}{14 x A_g} \right] + \left[\frac{1}{6} x \sqrt{f'c} \right] x b x d \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$\frac{\phi V_c}{2} < V_u \quad \dots\dots\dots(10)$$

Jarak antar tulangan untuk tulangan geser, ditentukan berdasarkan:

$$S = \frac{A_v x f_y x d}{V_s} \quad \dots\dots\dots(11)$$

Jarak spasi tulangan hitung s, tidak boleh melebihi ketentuan SNI 2847 tahun 2013, seperti berikut:

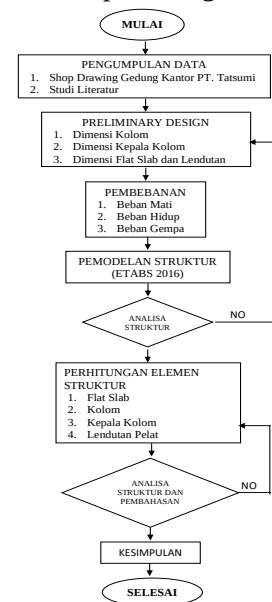
$$S < 8 \text{ Diameter lentur} \quad \dots\dots\dots(12)$$

$$S < b/2 \quad \dots\dots\dots(13)$$

$$S < 24 \text{ Diameter geser} \quad \dots\dots\dots(14)$$

3. METODELOGI

Alur penelitian dalam pelaksanaan proses kalini ini dapat dilihat pada diagram **Gambar 4**.



Gambar 4. Bagan alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan pada bab ini diantaranya adalah hasil analisis struktur awal menjadi

struktur *flat slab* kepala kolom pada **Gambar 5** yaitu perencanaan dimensi, pembebanan bangunan, beban gempa statik ekuivalen, penulangan pada kolom, drop panel, pelat dan kebutuhan biaya konstruksi flat slab kepala kolom.

4.1 Pelat

Berdasarkan nilai momen didapat hasil tulangan pelat lantai dan pelat atap yang ditampilkan pada **Tabel 1**.

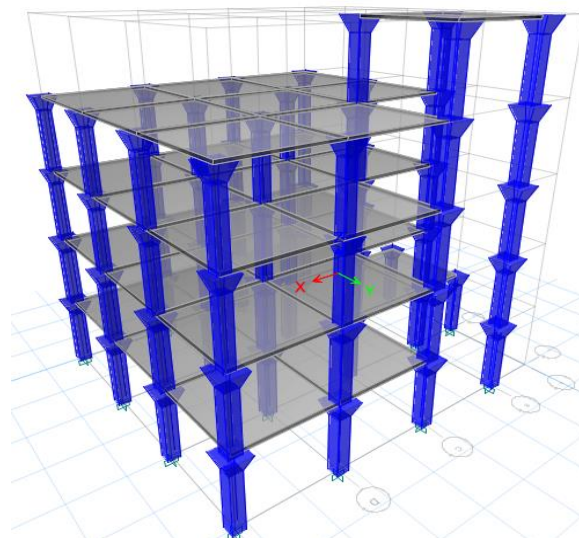
4.2 Kepala Kolom

Berdasarkan nilai momen pada lapangan dan tumpuan didapatkan hasil analisis yaitu jumlah tulangan pada kepala kolom yang di ditampilkan pada **Tabel 2** dan detail kepala kolom di tampilkan pada **Gambar 6**.

4.3 Kolom

Berdasarkan hasil output gaya dalam pada kolom dan dianalisis secara manual menggunakan grafik MN PN, maka didapat hasil kebutuhan tulangan

pada kolom yang ditampilkan pada **Tabel 3** dan penulangan pada kolom di tampilkan pada **Gambar 7** dan **Gambar 8**.



Gambar 5 Model 3D Struktur Gedung

Tabel 1 Penulangan Pelat Lantai dan Pelat Atap Hasil Analisa

Struktur	Tebal (mm)	Momen (kNm)		Penulangan			
		Lajur Kolom	Lajur Tengah	Lajur Kolom		Lajur Tengah	
				Pokok (mm)	Susut (mm)	Pokok (mm)	Susut (mm)
Pelat Lantai	200	69.188	51.397	D 22 - 350	D 22 - 350	D 22 - 350	D 22 - 350
Pelat Atap	160	10.392	7.72	D 16 - 300	D 16 - 300	D 16 - 300	D 16 - 300

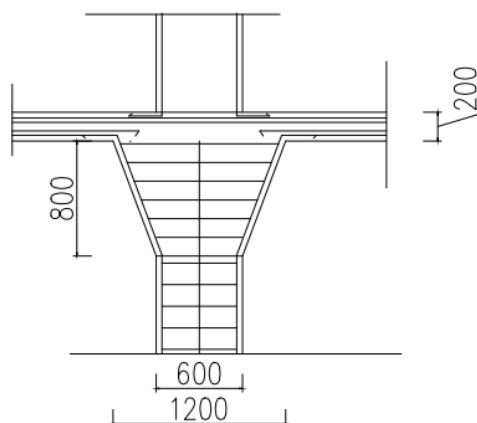
Tabel 2 Penulangan Kepala Kolom Hasil Analisa

Struktur	Tebal (mm)	Dimensi (mm)	Momen (kNm)		Penulangan
			Mtx	Mty	
Kepala Kolom	800	1200 x 1200	-4.73	-4.73	D 13 - 130 mm

Tabel 3 Penulanga Kolom Hasil Analisa

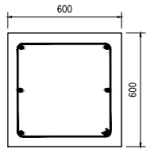
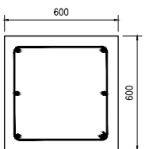
Struktur	Dimensi (mm)	Output Gaya Dalam		Penulangan	
				Tulangan Pokok	Tulangan Sengkang
K1	600 x 600	Pu (kNm)	2526.1182	6 D 22	2 Kaki D 10 - 150
		Mu+(kNm)	91.6657		
		Mu-(kNm)	-86.603		
		Vu+ (kN)	38.7311		
		Vu-(kN)	-40.2234		
K2	500 x 500	Pu(kNm)	993.3915	4 D 19	2 Kaki D 10 - 150

Mu+(kNm)	87.4127
Mu-(kNm)	-84.619
Vu+ (kN)	34.0224
Vu-(kN)	-34.865



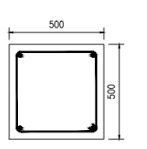
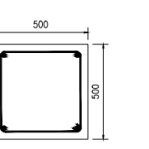
Gambar 6 Gambar Detail Kepala Kolom

Dimensi kepala kolom 1200 x 1200 mm dengan tinggi 800 mm dan perbesaran kepala sebesar 45°.

JENIS KOLOM	K1	
DESKRIPSI		
TULANGAN UTAMA	6D - 22	6D - 22
SENGKANG	D10 - 150	D10 - 150

Gambar 7 Detail Kolom 1

Dimensi kolom 600 x 600 mm dengan menggunakan tulangan ulir diameter 22 berjumlah 6 buah dan tulangan polos sengkang 2 kaki berdiameter 10 mm jarak 150 mm.

JENIS KOLOM	K2	
DESKRIPSI		
TULANGAN UTAMA	4D - 22	4D - 22
SENGKANG	D10 - 150	D10 - 150

Gambar 8 Detail Kolom 2

Dimensi kolom 500 x 500 mm dengan menggunakan tulangan ulir diameter 22 berjumlah 4 buah dan tulangan polos sengkang 2 kaki berdiameter 10 mm jarak 150 mm.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dimensi dan Penulangan Pelat (*Flat Slab*)

- Pelat Lantai (5 m * 5 m)
 - Tebal pelat : 200 mm
 - Tulangan lajur kolom : D22-300 mm
 - Tulangan lajur tengah : D22-300 mm
- Pelat Atap (5 m * 5 m)

- Tebal pelat : 160 mm
- Tulangan lajur kolom : D16-250 mm
- Tulangan lajur tengah : D16-250 mm

2. Dimensi dan Penulangan Kolom dan *Column Head*

a. Kolom

- Kolom 1
 - Dimensi kolom : 600 * 600 mm
 - Tulangan pokok : 6 D 22
 - Tulangan sengkang : D10-150 mm

Kolom 2

Dimensi kolom : 500 * 500 mm
Tulangan pokok : 4 D 22
Tulangan sengkang : D10-150 mm

b. *Column Head*

Column Head Pelat Lantai
Tebal *column head* : 800 mm
Penulangan serat bawah : D13-130 mm
Column Head Pelat Atap
Tebal *column head* : 800 mm

6. DAFTAR PUSTAKA

Aroshid, I. K. (2016). Study Perbandingan Perencanaan Flat Slab dengan Drop Panel dan Slab dengan Beam Pada Kasus Struktur Basement Proyek Sequis Tower. Jakarta

Badan Standarisasi Nasional. (1989). Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung nomor 03-1727. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. (2002). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung nomor 03-2847. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. (2012). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung nomor 1726. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. (2013). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung nomor 2847. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. (2013). Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain nomor 1727. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung nomor 1726. Jakarta.

Chavan, G.R. dan Tande, S.N. (2016). Analysis and Design of Flat Slab. International

Penulangan serat bawah : D10-150 mm
3. Biaya struktur dan volume *flat slab* penambahan kepala kolom
Berdasarkan analisa biaya didapat besar biaya struktur kolom balok sebesar Rp. 698.555.153,17 dan besar biaya struktur flat slab kepala kolom Rp. 552.717.582,03 dengan selisih biaya Rp. 145.837.571,14 atau 20,88%. Dari hasil analisis biaya maka biaya struktur flat slab kepala kolom lebih murah.

Journal of Latest Trends in Engineering and Technology. 7(1):133-138.

CIV204-Perancangan Struktur Beton. (2018). Materi Struktur Beton Lanjutan, Universitas Pembangunan Jaya. Tangerang Selatan.

ETABS. 2016. Integrated Analysis, Design and Drafting of Building Systems, Version 16.2.1 [Software]. Computers and Structures, Inc. New York.

Ferguson, P.M. (1991). Dasar-dasar Beton Bertulang. Erlangga. Jakarta.

Imran, I., Hendrik, F. (2017). Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang. ITB. Bandung.

McCormac, J.C. (2000). Desain Beton Bertulang. Erlangga. Jakarta.

Microsoft Office. (2016). Microsoft Excel for Microsoft 365 MSO (16.0.12730.20252) 64-bit. Microsoft 365. Washington.

Mpa The Concrete Centre. (2016). Slabs and Flat Slabs Lecture 5. EC2 Webinar. London.

More, R.S., and Sawant, V.S. (2015). Analysis of Flat Slab. International Journal of Science and Research. Title no.98-101.

Munawar, M.C. (2014). Kajian Struktur Bangunan Gedung Politeknik Perkapalan ITS dengan Sistem Plat dan Balok Biasa Konvensional Dibandingkan Sistem Struktur Flat Slab dengan Drop Panel Ditinjau dari Estetika, Biaya dan Waktu.

- Tugas Akhir. Politeknik Perkapalan ITS. Surabaya.
- Nawym Edgard, G. (1990). Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. Terjemahan. PT Eresco. Bandung.
- Nugroho, H.C. (2020). Redesain Struktur Gedung Medik RSUD Wates dengan Menggunakan Software ETABS. Tugas Akhir. Universitas Teknologi Yogyakarta. Yogyakarta.
- Nurfiansyah, E. (2019). Analisa Perbandingan Efisiensi Sistem Struktur Pelat-Balok dengan Sistem Struktur Flat Slab-Drop Panel Pada Proyek Jogja Apartment. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- PcaSctructurePoint. (2004). PcaSlab User's Manual. PCA Structure Point Concrete Software Solutions. USA.
- Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia. (2017). Indonesia Seismic Zone. Pusat Studi Gempa Nasional Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. Jakarta.
- Purnama, A.C. (2017). Modifikasi Perencanaan Gedung Amaris Hotel Madiun dengan Menggunakan Metode Flat Slab dan Shear Wall. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Sadini, D.S. (2018). Perencanaan Struktur Gedung Dafam Hotel dengan Metode Flat Slab. Tugas Akhir. Universitas Jember. Jember.
- Setiawan, A. (2008). Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LFRD. Erlangga. Jakarta.
- Setiawan, E. (2016). Kamus Besar Bahasa Indonesia. Retrieved November 18, 2016. from: <http://kbbi.web.id/>.
- Wantalangie, R. O. F. (2016). Analisa Statik dan Dinamik Gedung Bertingkat Banyak Akibat Gempa Berdasarkan SNI 1726-2012 dengan Variasi Jumlah Tingkat. Jurnal Sipil. Universitas Sam Ratulangi.
- Wight, J.K., McCormac, J.C. (2009). Reinforced Concrete Mechanics & Design. Pearson Education. New Jersey.
- Wolfgang, S., (2001). Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi. PT Refika Aditama. Bandung.