

## ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN *COLUMN HEAD* PADA SISTEM *FLAT SLAB* DENGAN *DROP PANEL*

Damai Reformasi Gea<sup>1</sup> dan Edison Leo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1 Jakarta  
Email : Dreformasigea@gmail.com

<sup>2</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1 Jakarta  
Email : edisonl@ft.untar.ac.id

### ABSTRAK

Proyek konstruksi dewasa ini mengalami banyak perkembangan yang membuat setiap pekerja proyek berbondong-bondong melakukan inovasi. Salah satu inovasi terkini pada proyek konstruksi terdapat pada perancangan pelat lantai. Pada mulanya perancangan pelat lantai di desain dengan metode konvensional dimana metode ini membutuhkan biaya dan waktu yang tinggi. Sehingga para pekerja konstruksi berinovasi untuk merancang sebuah pelat tanpa memakan banyak biaya dan waktu. Hasil inovasi itu ditemukan salah satu metode perancangan pelat yang sering disebut *flat slab*. Tujuan dari penelitian ini ialah melihat pengaruh geser dan momen pada *flat slab* jika kita menggunakan *drop panel* dan *column head* pada kolom. Analisis ini menggunakan metode pendekatan pelat dan metode elemen hingga. Dimana pendekatan Pelat menggunakan metode portal ekuivalen.

Kata Kunci : *Drop Panel*, *Column Head*, *Flat Slab* dan Geser Pons

### 1. PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Kemajuan teknologi pada zaman ini sangat cepat dan mempengaruhi berbagai sektor dalam kehidupan manusia, termasuk salah satunya dalam bidang konstruksi. Pada dunia konstruksi pun mengalami perkembangan seiring dengan kemajuan zaman dan teknologi, termasuk dalam konstruksi pelat lantai (*slab*), yang mulanya hanya dikenal konstruksi pelat konvensional (*conventional slab*). Sedangkan menurut SNI 2847:2013 ada pelat jenis lain selain pelat konvensional, yaitu pelat cendawan (*flat slab*), *rib slab* dan *waffle slab*. Pada pembahasan kali ini akan dibahas besarnya momen lentur dan geser pons yang terjadi pada *flat slab* dengan kondisi membandingkan penggunaan *drop panel* dan *column head*. dengan lebar *column head* yang bervariasi. Dimana *drop panel* itu sendiri ialah penebalan yang dilakukan dibawah pelat yang berfungsi untuk mengurangi terjadinya geser pons (*punching shear*) yang terjadi pada pelat akibat gaya atau beban yang bekerja langsung pada kolom sehingga menekan pelat dan juga mengurangi jumlah tulangan negatif di kolom sehingga memperkecil momen negatif yang terjadi, ada pun *drop panel* memiliki syarat lebar dan tebal maksimum berdasarkan SNI, sehingga karena syarat tersebut terkadang terjadi geser pons dan momen lentur yang tidak bisa ditahan atau dipikul oleh *drop panel* maka biasanya digunakan *column head* untuk membantu *drop panel* dan kolom dalam menahan gaya geser pons dan momen pada pelat, dimana *column head* ini sendiri memiliki batas lebar sudut yang sudah ditentukan pada ACI (*American concrete institute*) sebesar 90°, oleh sebab itu disini akan di analisis penggunaan *column head* dengan variasi sudut yang berbeda-beda untuk melihat pengaruh bagaimana jika dianalisis dengan ukuran sudut *column head* lebih kecil dari 90° atau lebih besar dari 90° dan sama dengan 90°. Analisis juga akan dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan SNI dengan hasil analisis metode elemen hingga.

#### Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *column head* pada momen dan geser pons, dimana analisis dilakukan dengan metode elemen hingga dibantu *software* dan analisis teoritis dengan SNI.

## Batasan Masalah

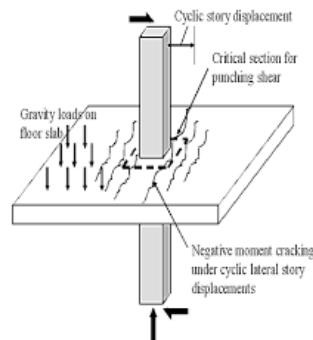
Batasan masalah pada penelitian ini adalah analisis numerik dilakukan dengan Metode Elemen Hingga menggunakan program berbasis *Finite Element Analysis (FEA)*, studi difokuskan pada momen lentur dan geser pons pada saat kondisi adanya *drop panel* dan kondisi adanya *column head*, tulangan tidak dimodelkan dalam struktur hanya betonnya saja, Panel pelat lantai yang digunakan berukuran 20m x 20m, dengan jarak antar kolom adalah simetris 5m, Ketebalan *flat slab* diambil 150mm, *Drop panel* diambil berbentuk persegi dengan ukuran 2000mm x 2000mm dengan ketebalan yaitu 150mm, Ukuran kolom digunakan 400mm x 400mm, Lebar *Column head* berdasarkan sudut 120°, 90° dan 60° dan tebal 700mm, dan Perletakan kolom digunakan jepit.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Metode Portal Ekuivalen

Struktur harus dianggap terbuat dari rangka-rangka ekuivalen pada garis-garis kolom yang diambil secara memanjang dan melintang melewati bangunan. Setiap rangka harus terdiri dari sebaris kolom atau pendukung dan lajur *slab*-balok, yang dibatasi secara lateral oleh garis pusat panel pada setiap sisi garis pusat kolom atau tumpuan. Kolom atau pendukung harus diasumsikan terhubung dengan lajur *slab*-balok oleh komponen struktur punter transversal terhadap arah bentang dimana momen ditentukan dan menerus hingga garis-garis pusat panel lateral pembatas pada setiap sisi kolom. Rangka yang bersebelahan dan sejajar terhadap suatu tepi harus dibatasi oleh tepi tersebut dan garis pusat panel yang bersebelahan. Analisis setiap rangka ekuivalen secara keseluruhan diizinkan. Sebagai alternative, untuk pembebanan gravitasi, analisis setiap lantai atau atap secara terpisah dengan ujung-ujung jauh kolom dianggap terjepit diizinkan. Bila *slab*-balok dianalisis secara terpisah, penentuan momen pada suatu tumpuan dengan mengasumsikan bahwa *slab*-balok terjepit pada sebarang tumpuan dua panel yang terpisah darinya, diizinkan, asalkan *slab* tersebut menerus melewati titik tersebut.

### Geser Pons *Flat Slab*



Gambar 1 Keruntuhan Geser Pons

Perhitungan geser pons pada *flat slab* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\sigma_U = \frac{V_U}{b_o \cdot d} + \frac{\gamma_2 \cdot M_2 \cdot C_{AB}}{J_2} + \frac{\gamma_3 M_3 \cdot C_{CD}}{J_3} \quad (1)$$

Keterangan  $\sigma_U$  = tegangan geser pons (MPa)

$V_U$  = gaya geser (N)

$d$  = tebal pelat efektif (mm)

$b_o$  = keliling *critical section* (mm)

$$\gamma_2 = 1 - \gamma_v \quad (2)$$

$$\gamma_v = 1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} \quad (3)$$

$M_2$  = momen pada pelat akibat eksentrisitas (Nmm)

$c_{AB}$  = jarak titik geser ujung ke titik geser pusat (mm)

$J_2$  = momen inersia *critical section* ( $mm^4$ )

### Kuat Geser pada Pelat

Kuat Geser Nominal Beton,  $V_c$  Desain pelat dua arah terhadap geser pons berdasarkan peraturan SNI, ditentukan  $V_c$  harus diambil terkecil dari (1), (2), dan (3):

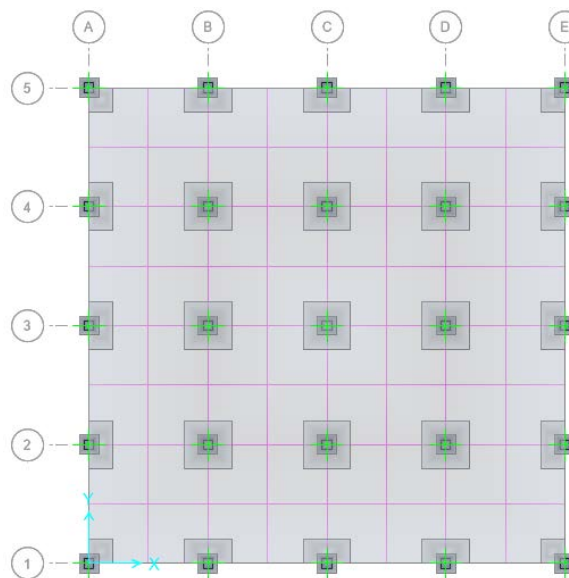
$V_c = 0,33\lambda\sqrt{f'_c} b_0 d$ , dengan  $\lambda$  adalah factor untuk jenis beton ringan (beton biasa digunakan  $\lambda=1$ ),  $f'_c$  adalah mutu beton, dan  $d$  adalah tebal efektif pelat. (4)

$V_c = 0,083(\alpha_s d b_0 + 2)\lambda\sqrt{f'_c} b_0 d$ , dimana  $\alpha_s$  adalah 40 untuk kolom interior, 30 untuk kolom tepi, dan 20 untuk kolom eksterior. (5)

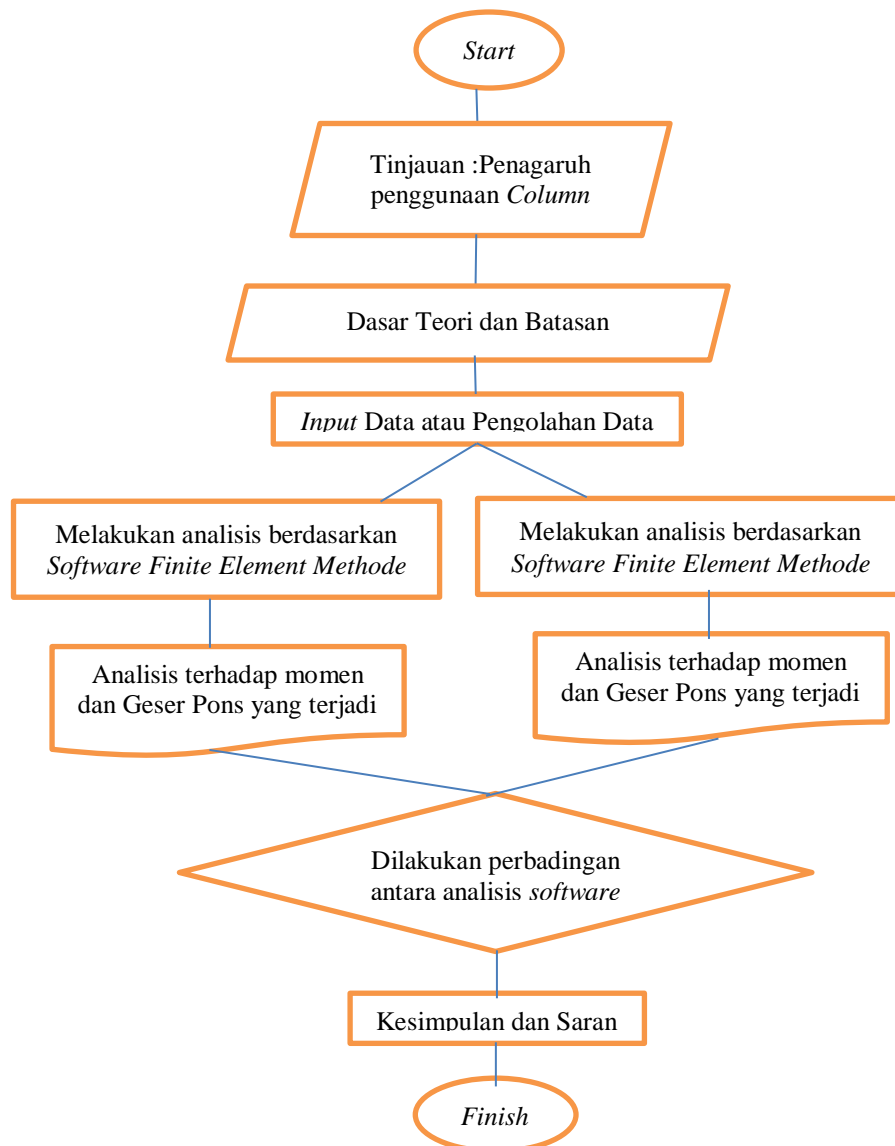
$V_c = 0,17(1 + 2\beta)\lambda\sqrt{f'_c} b_0 d$ , dengan  $\beta$  adalah rasio sisi terpanjang dan terpendek kolom, beban terpusat, atau daerah reaksi. (6)

### 3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan antara hasil analisis secara teori yang menggunakan metode portal ekuivalen dengan hasil analisis dengan menggunakan *software* berbasis elemen hingga. Dimana analisis ini dilakukan hanya melihat seberapa besar pengaruh penggunaan *column head* terhadap geser pons dan momen yang terjadi, serta melihat seberapa besar perbedaan hasil yang didapatkan dari analisis secara teori maupun analisis dengan bantuan *software*. Analisis ini memerlukan data-data spesifikasi perancangan struktur. Setelah spesifikasinya ditentukan maka analisis pun dapat dilakukan, baik secara teoritis maupun bantuan *software*.



Gambar 2 Denah Struktur Flat Slab



Gambar 3 Diagram Alir

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

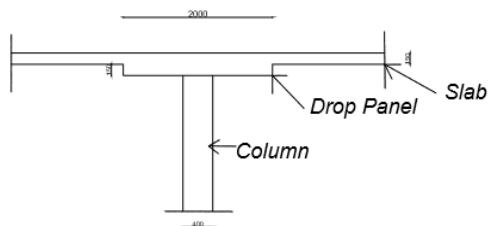
Data :

Jarak antar kolom ( $l_1 / l_2$ )	= 6 m
Jarak bersih muka kolom ( $l_{n1} / l_{n2}$ )	= 5,5 m
Tebal pelat	= 150mm
DL	= 0,15 m x 24kN/m <sup>3</sup>
	= 3,6 kN/m <sup>2</sup>
SDL	= 1.5 kN/m <sup>2</sup>
LL	= 4.79 kN/m <sup>2</sup>
Ultimate Load ( $q_u$ )	= 1,2 DL + 1,6 LL
	= 11,92 kN/m <sup>2</sup>
$f'_c$ flat slab & drop panel	= 30 MPa

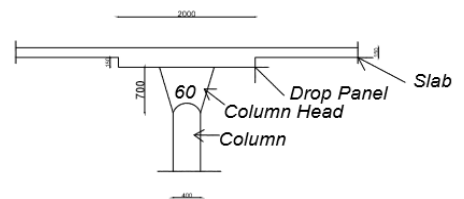
$f'_c$ kolom	= 40 MPa
Kolom	= 400 mm x 400 mm
Ketebalan <i>column head</i>	= 700 mm
<i>Drop panel</i>	= 2000 mm x 2000 mm
Ketebalan <i>drop panel</i>	= 150 mm
Berat jenis beton	= 24 kN/m <sup>3</sup>

Analisis yang akan dilakukan dengan beberapa model yaitu:

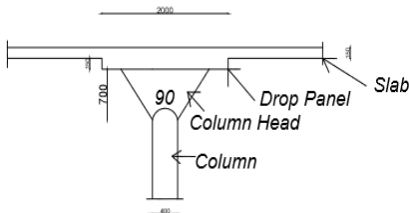
- Model 1= Dengan *Drop Panel* 150mm
- Model 2= Dengan *Column head* 60° dan *Drop Panel* 150mm
- Model 3= Dengan *Column head* 90° dan *Drop Panel* 150mm
- Model 4= Dengan *Column head* 110° dan *Drop Panel* 150mm



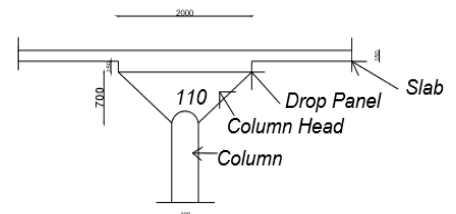
Gambar 3 Model 1



Gambar 4 Model 2



Gambar 5 Model 3



Gambar 6 Model 4



Gambar 7 Penamaan Letak Geser Pons

Untuk penamaan kolom pada geser pons adalah sebagai berikut.

- Kolom Tipe I = Kolom 1,6,22,26
- Kolom Tipe II = Kolom 3,5,7,17,25,23,11,21
- Kolom Tipe III = Kolom 12,4,16,24
- Kolom Tipe IV = Kolom 8,10,18,20
- Kolom Tipe V = Kolom 13,9,15,19
- Kolom Tipe VI = Kolom 14

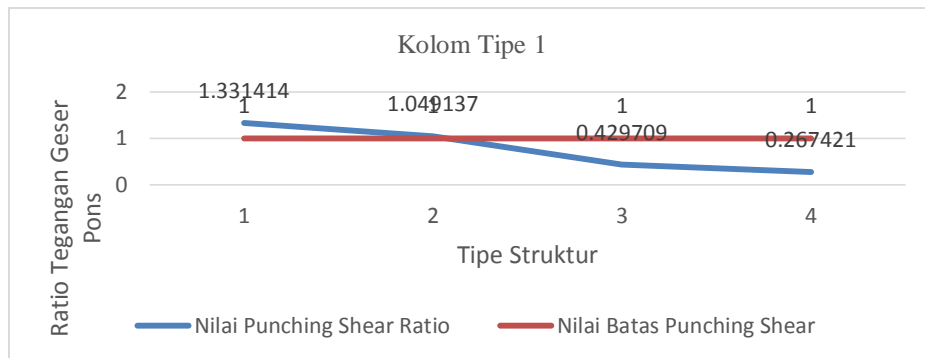
### Hasil *Finite Element Analysis (FEA)*

Berdasarkan hasil perhitungan *finite element* didapatkan hasil sebagai berikut :

Dari *FEA* didapatkan besar momen lentur dan geser pons kolom tipe 1 sebagai berikut.

Tabel 1 Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser pada Kolom Tipe 1

No	Tipe Struktur	Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser
1	Drop Panel	1,331414
2	Column Head 60	1,049137
3	Column Head 90	0,429709
4	Column Head 110	0,267421

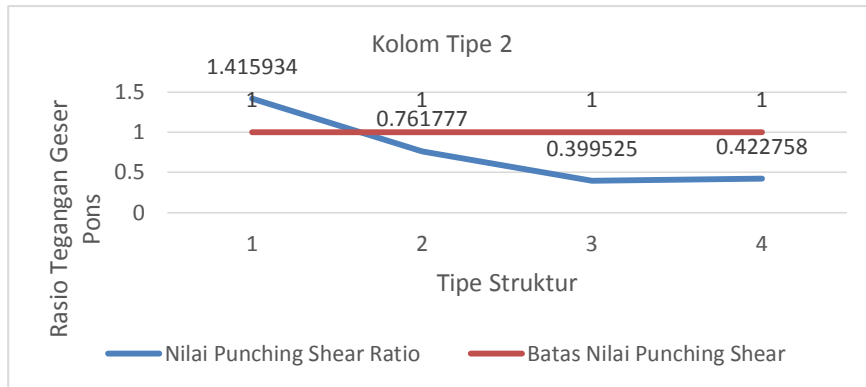


Gambar 8 Grafik Penurunan Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser pada Kolom Tipe 1

Dari *FEA* didapatkan besar momen lentur dan geser pons kolom tipe 2 sebagai berikut.

Tabel 2 Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser pada Kolom Tipe 2

No	Tipe Struktur	Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser
1	Drop Panel	1,415934
2	Column Head 60	0,761777
3	Column Head 90	0,399525
4	Column Head 110	0,422758

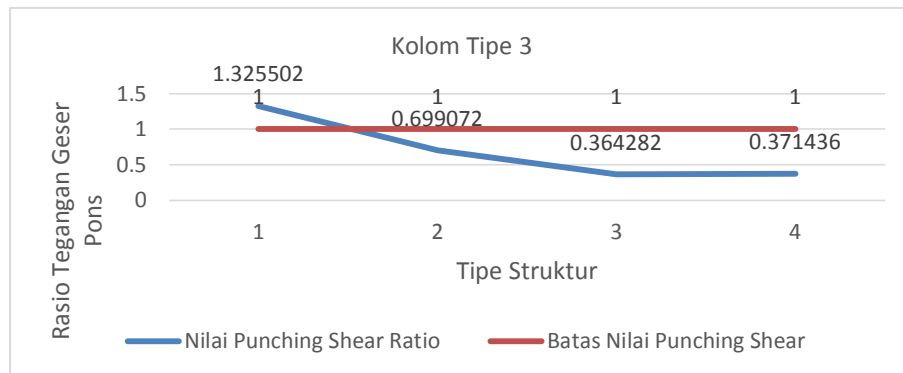


Gambar 9 Grafik Penurunan Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser pada Kolom Tipe 2

Dari FEA didapatkan besar momen lentur dan geser pons kolom tipe 3 sebagai berikut.

Tabel 3 Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser pada Kolom Tipe 3

No	Tipe Struktur	Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser
1	Drop Panel	1,325502
2	Column Head 60	0,699072
3	Column Head 90	0,364282
4	Column Head 110	0,371436

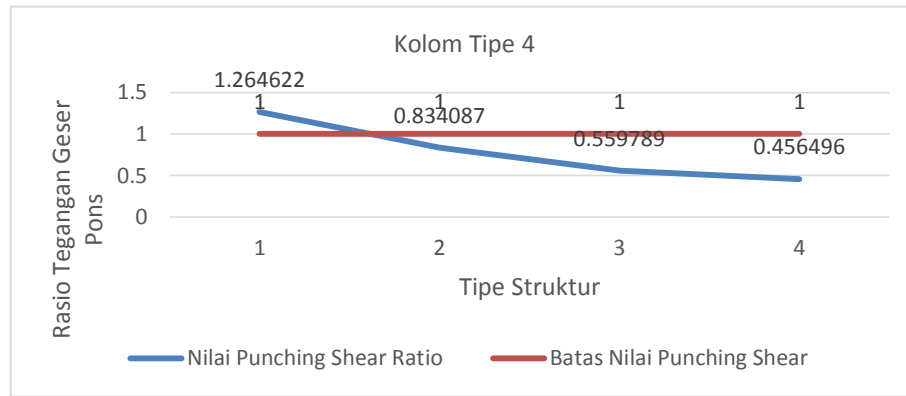


Gambar 10 Grafik Penurunan Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser pada Kolom Tipe 3

Dari FEA didapatkan besar momen lentur dan geser pons kolom tipe 4 sebagai berikut.

Tabel 4 Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser pada Kolom Tipe 4

No	Tipe Struktur	Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser
1	Drop Panel	1,264622
2	Column Head 60	0,834087
3	Column Head 90	0,559789
4	Column Head 110	0,456496

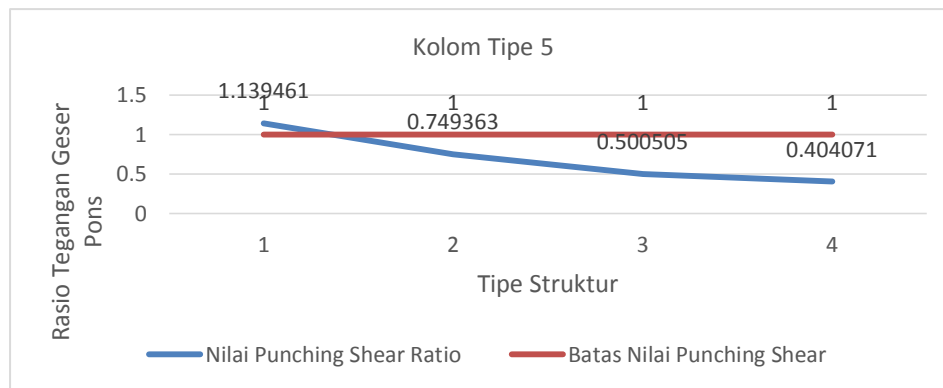


Gambar 11 Grafik Penurunan Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser pada Kolom Tipe 4

Dari *FEA* didapatkan besar momen lentur dan geser pons kolom tipe 5 sebagai berikut.

Tabel 5 Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser pada Kolom Tipe 5

No	Tipe Struktur	Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser
1	Drop Panel	1,139461
2	Column Head 60	0,749363
3	Column Head 90	0,500505
4	Column Head 110	0,404071



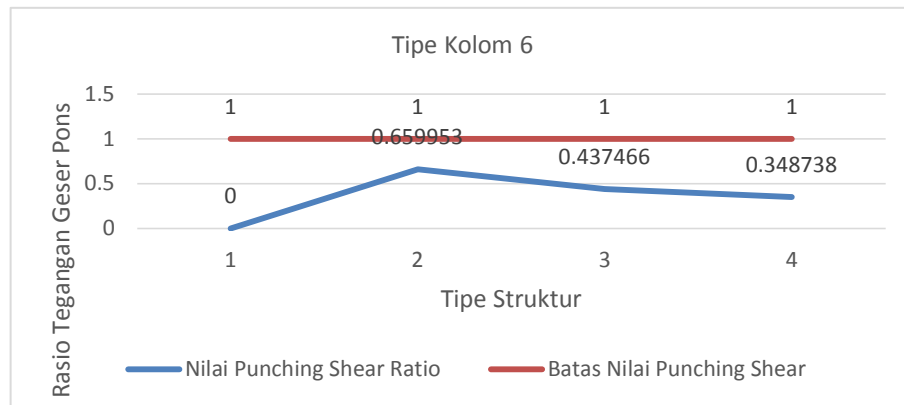
Gambar 12 Grafik Penurunan Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser pada Kolom Tipe 5

Dari *FEA* didapatkan besar momen lentur dan geser pons kolom tipe 6 sebagai berikut.

Tabel 6 Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser pada Kolom Tipe 6

No	Tipe Struktur	Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser
1	Drop Panel	0.950543
2	Column Head 60	0,659953
3	Column Head 90	0,437466
4	Column Head 110	0,348738



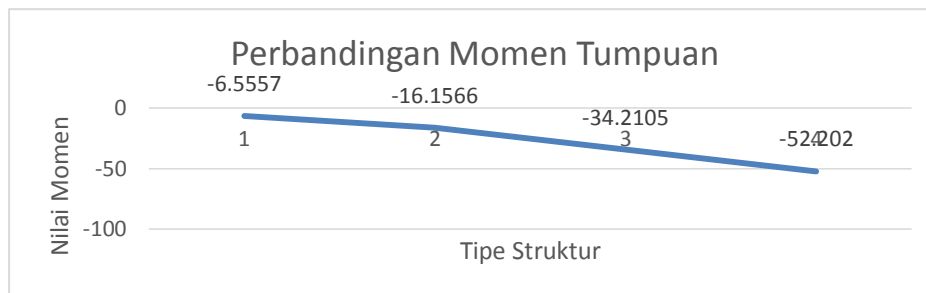


Gambar 13 Grafik Penurunan Rasio Tegangan Geser Pons/ Tegangan Tahanan Geser pada Kolom Tipe 6

Dari *FEA* didapatkan perbedaan perubahan momen sebagai berikut.

Tabel 7 Perbandingan Nilai Momen pada Tumpuan *Span 1*

No	Tipe Struktur	Momen pada Tumpuan 1
1	<i>Column head 110</i>	-6,5557
2	<i>Column head 90</i>	-16,1566
3	<i>Column head 60</i>	-34,2105
4	<i>Drop Panel</i>	-52,202



Gambar 14 Grafik Penurunan Nilai Momen pada Tumpuan *Span 1*

Dari grafik dan tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai momen yang terjadi pada tumpuan semakin mengecil.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil analisis yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. *Column head* mereduksi tegangan geser pons pada struktur. Hanya saja besarnya reduksi yang didapatkan bergantung dari dimensi *column head*. Dimana Semakin lebar sudut *column head* yang digunakan maka semakin kecil juga nilai geser pons yang didapatkan, sehingga dari hasil analisis dapat dilihat bahwa lebar sudut *Column head* yang efektif adalah sudut 90°, sebab penurunan yang terjadi sangat signifikan
2. Penambahan *Column head* dapat memperkecil nilai momen yang terjadi baik pada lapangan maupun pada tumpuan.

## Saran

Dari hasil analisis yang dilakukan didapatkan beberapa hal yang cukup signifikan perbedaannya dan kesulitannya, maka dari itu penulis menyarankan sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dicoba untuk memperhitungkan gaya gempa/gaya lateral yang terjadi.
2. Dapat dicoba dengan bentang yang cukup Panjang untuk melihat pengaruh *column head* terhadap panjang bentang.
3. Perhitungan teoritis dapat dicoba dengan teori lain, sebab teori pendekatan kurang baik atau efisien jika digunakan pada perhitungan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committe 213R-79. (1979). "Guide for Structural Lightweight Aggregate Concrete", ACI Manual of Concrete Practice.
- Chavan, G. R. dan Tande, S. N. (2016). "Analysis and Design of Flat Slab". International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology.
- Gregor, J.G.M., (1997), Reinforced Concrete Mechanics and Designs, Third Edition. Prentice Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey.
- R.S.More<sup>1</sup>, V. S. Sawant<sup>2</sup>, Y. R. Suryawanshi<sup>3</sup> (2013). "Analytical Study of Different Types of Flat Slab Subjected to Dynamic Loading". India.
- SNI 2847, (2013). "Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung". Jakarta.
- Tilva, V.K. (2016). "Cost Comparison Between Flat Slab with Drop and Without Drop in Four Storey Lateral Load Resisting Building". National Conference on Recent Trends in Engineering & Technology.