

**ANALISIS LENDUTAN SEKETIKA DAN JANGKA PANJANG PADA  
STRUKTUR PELAT DUA ARAH**

**Trinov Aryanto**

**NRP : 0621009**

**Pembimbing : Daud Rahmat Wiyono, Ir., M.Sc.**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA  
BANDUNG**

**ABSTRAK**

Masa layan struktur bangunan beton bertulang sangat ditentukan oleh besarnya lendutan yang dialami oleh struktur tersebut. Pada kenyataannya struktur seringkali dibebani lebih besar dari yang diperkirakan semula, disamping itu seringkali terjadi kesalahan dalam pelaksanaan di lapangan. Hal-hal tersebut merupakan beberapa faktor yang mengakibatkan pelat dua arah beton bertulang melendut melebihi lendutan yang diijinkan, sehingga akan mengakibatkan kegagalan struktur. Analisis lendutan dilakukan pada jenis pelat *flat plate* dengan variasi pada tebal pelat dan mutu beton. Pembahasan hanya dilakukan pada tiga macam variasi beban hidup.

Sebelum melakukan perhitungan lendutan, terlebih dahulu dilakukan perhitungan momen lentur dan luas tulangan pada struktur *flat plate* yang telah dimodelkan dengan menggunakan metode perencanaan langsung. Setelah didapat momen lentur dan luas tulangan yang dibutuhkan lalu dilanjutkan dengan perhitungan lendutan seketika dan lendutan jangka panjang dengan menggunakan metode pendekatan balok menyilang yang mengacu pada peraturan ACI 1999.

Tugas Akhir ini dibuat untuk mengetahui dimensi minimum dari ketebalan pelat yang masih memenuhi batasan lendutan ijin untuk suatu beban hidup tertentu. Dan untuk memberikan saran agar lendutan yang terjadi tidak melebihi lendutan ijin.

**THE SHORT TERM AND LONG TERM DEFLECTION ANALYSIS ON  
TWO WAY SLAB STRUCTURE**

**Trinov Aryanto**

**NRP : 0621009**

**Advisor : Daud Rahmat Wiyono, Ir., M.Sc.**

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
MARANATHA CHRISTIAN UNIVERSITY  
BANDUNG**

**ABSTRACT**

Serviceability of reinforced concrete structures are determine by the deflection that happen in the structures. In fact, structure often receive load that bigger than design load, beside of at the field often happen a wrong procedure. That things are some factor that can make two way slab deflection become bigger than permissible deflection, so can make structures collapse. This deflection analysis only doing for flat plate structure with variation in plate thickness and concrete quality. This analysis only doing for three variation of live load.

Before doing deflection calculation, flexure moment and reinforcement for flat plate structure must be done with direct design method. after that, calculation of short term and long term deflection can be done with equivalent crossing beam method from ACI 1999 code.

From this analysis, some conclusion that can be make is minimum thickness for some live load so the deflection of flat plate structure isn't exceed the permissible deflection. And some suggestion so the deflection isn't exceed permissible deflection.

# DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Surat Keterangan Tugas Akhir	ii
Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir	iii
Lembar Pengesahan	iv
Pernyataan Orisinalitas Laporan Tugas Akhir	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xiii
Daftar Notasi	xiv
Daftar Lampiran	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Permasalahan	1
1.2. Tujuan Penulisan	1
1.3. Ruang Lingkup Pembahasan	2
1.4. Sistematika Penulisan	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Pelat	4
2.2. Sistem Pelat Dua Arah ( <i>Two Way Slab</i> )	4
2.2.1. Struktur <i>Flat Plate</i> dan <i>Flat Slab</i>	5
2.2.2. Ketebalan Minimum Pelat	6
2.3. Lendutan Pelat Dua Arah	6
2.3.1. Metode Perhitungan	7
2.3.2. Pembebanan dan Perilaku Pembebanan	8
2.3.3. Retak	10
2.3.4. Perhitungan Lendutan Pelat	13
2.3.5. Lendutan Izin	14
2.4. Metode Desain Langsung ( <i>Direct Design Method</i> )	16
2.4.1. Batasan-Batasan Dari Metode Desain Langsung	18
2.4.2. Menentukan Momen Statis Total Rencana	21
<b>BAB III STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN</b>	
3.1. Studi Kasus	25
3.1.1. Diagram Alir Pembahasan	25
3.1.2. Data Struktur	26
3.1.3. Data Material	26
3.1.4. Data Komponen Struktur	26
3.1.5. Data Pembebanan	26
3.2. Pembahasan	28
3.2.1. Perhitungan Tulangan Pelat	28
3.2.2. Perhitungan Lendutan Pelat	34
3.3. Penabelan Perhitungan Tulangan Pelat Dua Arah	40

3.4. Penabelan Perhitungan Lendutan Seketika dan Lendutan Jangka Panjang Pelat Dua Arah	43
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
4.1. Kesimpulan	58
4.2. Saran	58
Daftar Pustaka	60
Lampiran	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Pelat Dua Arah ( <i>Two Way Slab</i> )	4
Gambar 2.2	(a) Struktur <i>Flat Plate</i> , (b) Struktur <i>Flat Slab</i>	5
Gambar 2.3	Metode pendekatan balok menyilang untuk perhitungan lendutan pada pelat dua-arah	8
Gambar 2.4	Efek dari rasio penulangan pada diagram momen kurvatur: (a) pada $\rho= 0,0075$ ; (b)pada $\rho= 0,0038$ ; (c) pada $\rho= 0,0019$	12
Gambar 2.5	Denah portal ekuivalen (daerah yang diarsir dalam arah x)	17
Gambar 2.6	Distribusi $M_o$ pada Momen Positif dan Negatif	18
Gambar 2.7	Lajur kolom dan lajur tengah portal ideal	19
Gambar 2.8	Sketsa hitungan Momen Sederhana $M_o$ : (a) momen pada panel; (b) <i>free-body diagram</i>	20
Gambar 2.9	Pelimpahan geser dari momen ke kolom: (a) kolom tengah; (b) kolom ujung	24
Gambar 3.1	Diagram Alir Pembahasan	25
Gambar 3.2	Pemodelan Struktur <i>Flat Plate</i>	27
Gambar 3.3	Detail penulangan	32
Gambar 3.4	Grafik Hubungan Lendutan Terhadap Tebal Pelat untuk Mutu Beton 20MPa pada Panel Eksterior	52
Gambar 3.5	Grafik Hubungan Lendutan Terhadap Tebal Pelat untuk Mutu Beton 20MPa pada Panel Interior	52
Gambar 3.6	Grafik Hubungan Lendutan Terhadap Tebal Pelat untuk Mutu Beton 25MPa pada Panel Eksterior	53
Gambar 3.7	Grafik Hubungan Lendutan Terhadap Tebal Pelat untuk Mutu Beton 25MPa pada Panel Interior	53
Gambar 3.8	Grafik Hubungan Lendutan Terhadap Tebal Pelat untuk Mutu Beton 30MPa pada Panel Eksterior	53
Gambar 3.9	Grafik Hubungan Lendutan Terhadap Tebal Pelat untuk Mutu Beton 30MPa pada Panel interior	54
Gambar 3.10	Grafik Perbandingan Lendutan Total Jangka Panjang pada Panel Eksterior untuk Beban Hidup $250\text{kg/m}^2$	55
Gambar 3.11	Grafik Perbandingan Lendutan Total Jangka Panjang pada Panel Interior untuk Beban Hidup $250\text{kg/m}^2$	55
Gambar 3.12	Grafik Perbandingan Lendutan Total Jangka Panjang pada Panel Eksterior untuk Beban Hidup $400\text{kg/m}^2$	55
Gambar 3.13	Grafik Perbandingan Lendutan Total Jangka Panjang pada Panel Interior untuk Beban Hidup $400\text{kg/m}^2$	56
Gambar 3.14	Grafik Perbandingan Lendutan Total Jangka Panjang pada Panel Eksterior untuk Beban Hidup $600\text{kg/m}^2$	56
Gambar 3.15	Grafik Perbandingan Lendutan Total Jangka Panjang pada Panel Interior untuk Beban Hidup $600\text{kg/m}^2$	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tebal minimum pelat tanpa balok interior	6
Tabel 2.2	Angka Perbandingan Bentang (L) Dengan Lendutan ( $\Delta$ ) Maksimum yang Diizinkan (L = bentang terpanjang)	16
Tabel 2.3	Faktor distribusi momen $M_o$ bentang eksterior	23
Tabel 3.1	Nilai Momen Total, Momen Jalur Kolom, Momen Jalur Tengah untuk Panel Eksterior dan Panel Interior	29
Tabel 3.2	Nilai Momen Total, Momen Jalur Kolom, Momen Jalur Tengah untuk Perhitungan $M_{konst}$	35
Tabel 3.3	Perhitungan Tulangan Pelat pada Jalur Kolom	35
Tabel 3.4	Perhitungan Lendutan Pelat pada Jalur Kolom	36
Tabel 3.5	Perhitungan tulangan pelat pada Jalur Tengah	37
Tabel 3.6	Perhitungan Lendutan Pelat pada Jalur Tengah	38
Tabel 3.7	Tulangan Pelat Dua Arah Pada Jalur Kolom Untuk Beban $250\text{kg/m}^2$ Dengan Mutu Beton 20MPa, 25MPa dan 30MPa	40
Tabel 3.8	Tulangan Pelat Dua Arah Pada Jalur Tengah untuk Beban $250\text{kg/m}^2$ Dengan Mutu Beton 20MPa, 25MPa dan 30MPa	41
Tabel 3.9	Tulangan Pelat Dua Arah Pada Jalur Kolom Untuk Beban $400\text{kg/m}^2$ Dengan Mutu Beton 20MPa, 25MPa dan 30MPa	41
Tabel 3.10	Tulangan Pelat Dua Arah Pada Jalur Tengah Untuk Beban $400\text{kg/m}^2$ Dengan Mutu Beton 20MPa, 25MPa dan 30MPa	41
Tabel 3.11	Tulangan Pelat Dua Arah Pada Jalur Kolom Untuk Beban $600\text{kg/m}^2$ Dengan Mutu Beton 20MPa, 25MPa dan 30MPa	42
Tabel 3.12	Tulangan Pelat Dua Arah Pada Jalur Tengah Untuk Beban $600\text{kg/m}^2$ Dengan Mutu Beton 20MPa, 25MPa dan 30MPa	42
Tabel 3.13	Lendutan Seketika dan Lendutan Jangka Panjang Pelat Dua Arah untuk $f_c' = 20\text{Mpa}$ dan $LL = 250\text{kg/m}^2$	43
Tabel 3.14	Lendutan Seketika dan Lendutan Jangka Panjang Pelat Dua Arah untuk $f_c' = 25\text{Mpa}$ dan $LL = 250\text{kg/m}^2$	44
Tabel 3.15	Lendutan Seketika dan Lendutan Jangka Panjang Pelat Dua Arah untuk $f_c' = 30\text{Mpa}$ dan $LL = 250\text{kg/m}^2$	45
Tabel 3.16	Lendutan Seketika dan Lendutan Jangka Panjang Pelat Dua Arah untuk $f_c' = 20\text{Mpa}$ dan $LL = 400\text{kg/m}^2$	46
Tabel 3.17	Lendutan Seketika dan Lendutan Jangka Panjang Pelat Dua Arah untuk $f_c' = 25\text{Mpa}$ dan $LL = 400\text{kg/m}^2$	47
Tabel 3.18	Lendutan Seketika dan Lendutan Jangka Panjang Pelat Dua Arah untuk $f_c' = 30\text{Mpa}$ dan $LL = 400\text{kg/m}^2$	48
Tabel 3.19	Lendutan Seketika dan Lendutan Jangka Panjang Pelat Dua Arah untuk $f_c' = 20\text{Mpa}$ dan $LL = 600\text{kg/m}^2$	49
Tabel 3.20	Lendutan Seketika dan Lendutan Jangka Panjang Pelat Dua Arah untuk $f_c' = 25\text{Mpa}$ dan $LL = 600\text{kg/m}^2$	50
Tabel 3.21	Lendutan Seketika dan Lendutan Jangka Panjang Pelat Dua Arah untuk $f_c' = 30\text{Mpa}$ dan $LL = 600\text{kg/m}^2$	51
L1	Luas tulangan berulir dalam $\text{mm}^2$	61
L2	Koefisien Momen Metode Desain Langsung	62

## DAFTAR NOTASI

- a : jarak antara beban terpusat dan muka tumpuan, mm  
A<sub>s</sub> : luas tulangan tarik non-prategang, mm<sup>2</sup>  
b : lebar jalur kolom terfaktor atau jalur tengah, mm  
b<sub>1</sub> : lebar penampang kritis, diukur dalam arah bentang pada mana momen ditinjau, mm  
b<sub>2</sub> : lebar penampang kritis, diukur dalam arah tegak lurus terhadap b<sub>1</sub>, mm  
C : lebar kolom total, mm  
c<sub>1</sub> : ukuran kolom persegi atau persegi ekuivalen, kepala kolom, atau konsol pendek diukur dalam arah bentang dimana momen dihitung, mm  
c<sub>2</sub> : ukuran kolom persegi atau persegi ekuivalen, kepala kolom, atau konsol pendek diukur dalam arah tegak lurus terhadap bentang dimana momen dihitung, mm  
d : jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tarik, mm  
E<sub>c</sub> : modulus elastisitas beton, MPa  
E<sub>s</sub> : modulus elastisitas baja tulangan, MPa  
f<sub>c</sub>' : kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa  
f<sub>r</sub> : modulus runtuhlentur beton, MPa  
f<sub>y</sub> : tegangan luluh baja tulangan yang disyaratkan, MPa  
h : tinggi total komponen struktur, mm  
I<sub>cr</sub> : momen inersia penampang retak yang ditransformasikan menjadi beton, mm<sup>4</sup>  
I<sub>e</sub> : momen inersia efektif untuk perhitungan lendutan, mm<sup>4</sup>  
I<sub>g</sub> : momen inersia penampang bruto beton terhadap garis sumbunya, dengan mengabaikan tulangannya, mm<sup>4</sup>  
j : lengan momen  
k : faktor panjang efektif komponen struktur tekan  
L : panjang bentang total dalam arah momen yang ditinjau, diukur dari muka ke muka tumpuan, mm  
L<sub>n</sub> : panjang bentang bersih dalam arah momen yang ditinjau, diukur dari muka ke muka tumpuan, mm  
M<sub>c</sub> : momen kolom, kNm  
M<sub>cr</sub> : momen yang menyebabkan terjadinya retak lentur pada penampang akibat beban luar, kNm  
M<sub>konst</sub> : momen dari beban mati ditambah beban hidup yang tidak terfaktor, yang digunakan dalam perhitungan lendutan, kNm  
M<sub>n</sub> : kuat momen nominal suatu penampang, kNm  
M<sub>o</sub> : momen total statis terfaktor, kNm  
M<sub>u</sub> : momen terfaktor pada penampang, kNm  
n : perbandingan modulus elastisitas  
W<sub>bs</sub> : beban berat sendiri pelat terfaktor per unit luas, kg/m<sup>2</sup>  
W<sub>D</sub> : beban mati total (W<sub>bs</sub>+ W<sub>sd</sub>) terfaktor per unit luas, kg/m<sup>2</sup>  
W<sub>konst</sub> : beban konstruksi per unit luas, kg/m<sup>2</sup>  
W<sub>L</sub> : beban hidup terfaktor per unit luas, kg/m<sup>2</sup>  
W<sub>sd</sub> : beban mati tambahan terfaktor per unit luas, kg/m<sup>2</sup>

- $W_{\text{sust}}$  : beban berkelanjutan per unit luas,  $\text{kg/m}^2$   
 $W_u$  : beban terfaktor per unit luas,  $\text{kg/m}^2$   
 $Y_t$  : jarak dari sumbu netral ke serat terluar, mm  
 $\phi$  : faktor reduksi kekuatan  
 $\gamma_{\text{beton}}$  : massa jenis beton,  $\text{kN/m}^3$   
 $\gamma_f$  : bagian momen tak berimbang yang disalurkan melalui lentur pada hubungan pelat kolom  
 $\rho$  : perbandingan tulangan, untuk tulangan tarik



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Luas tulangan berulir dalam mm <sup>2</sup>	61
Lampiran 2	Koefisien momen metode desain langsung	62