

# ANALISA PENGARUH PERUBAHAN LETAK TULANGAN TERHADAP LENDUTAN SEKETIKA DAN JANGKA PANJANG PADA PELAT SATU ARAH LANTAI DUA

Muhammad Khaidir Zakaria  
Ir. Ali Arifin Soeparlan, M.T. dan Mahfud, S.Pd., M.T.  
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan

---

## Abstrak

Fenomena lendutan yang terjadi pada elemen struktur beton dapat dikategorikan dalam dua jenis lendutan, yaitu lendutan sesaat dan lendutan jangka panjang. Lendutan sesaat adalah lendutan elastis akibat beban yang dapat dihitung dengan perhitungan mekanika teknik, di mana lendutan yang terjadi bersifat linier terhadap pertambahan beban. Sementara lendutan jangka panjang adalah lendutan yang terjadi sebagai fungsi waktu walaupun beban tidak ditambah. Lendutan ini dipengaruhi oleh dua hal yang utama yaitu *creep* (rangkak) dan *shrinkage* (susut). Dari pengamatan di lapangan sering terjadi perubahan letak tulangan akibat penyimpangan pekerjaan, sehingga menyebabkan letak tulangan berubah dari desain awal. Perubahan ini menyebabkan perubahan tebal selimut sehingga menyebabkan lendutan yang pada awalnya sudah memenuhi izin mungkin tidak memenuhi.

Dalam penelitian ini variasi penyimpangan yang menyebabkan perubahan tebal selimut adalah 0mm, 10mm, 20mm dan 40mm dengan tebal selimut rencana 30mm. Dari hasil perhitungan didapatkan 30,186mm untuk tebal selimut rencana dan berturut-turut yaitu 28,951mm, 29,366mm, 29,777mm dan 32,201mm untuk variasi perubahan selimut beton tersebut.

Dengan penampang yang sama semakin kecil tebal selimut semakin besar  $d$  (tinggi efektif) maka semakin kecil lendutannya. Turunnya tebal selimut akibat penyimpangan pekerjaan tidak berdampak negatif terhadap lendutan. Akan tetapi menyebabkan dampak negatif pada keawetannya karena tulangan beton akan rentan terserang korosif dan sebaliknya.

**Kata kunci : Daya layan, lendutan, penyimpangan pekerjaan, keawetan dan korosif**

## Abstract

*The phenomenon of deflection that occurs in concrete structural elements can be categorized into two types of deflection, namely momentary deflection and long-term deflection. Momentary deflection is an elastic deflection due to load which can be calculated by calculation of engineering mechanics, where deflection that occurs is linear with increasing load. From observations in the field there is often a change in the location of reinforcement due to work irregularities, so that the location of reinforcement changes from the initial design. This change caused a change in the thickness of the blanket which caused deflection which initially had fulfilled the permit might not meet.*

*Variations in deviations that cause changes in blanket thickness are 0mm, 10mm, 20mm and 40mm with a planned 30mm blanket thickness. From the calculation results obtained 30,186mm for the planned blanket thickness and respectively 28,951mm, 29,366mm, 29,777mm and 32,201mm for variations in changes in concrete blankets.*

*With the same cross section the smaller thickness of blanket greater  $d$  effective height), smaller deflection. The fall of blanket due to work irregularities does not have a*

*negative impact on deflection. However, it will cause a negative impact on durability because the concrete reinforcement will be susceptible to corrosive attack and vice versa.*

**Keywords:** *serviceability, work irregularities, job deviation, durability and corrosive*

---

## **I. Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada umumnya lendutan/defleksi balok atau pelat perlu ditinjau agar tidak melampaui nilai tertentu, karena dapat terjadi dalam suatu perancangan kriteria kekuatan balok masih mampu menahan beban, namun lendutannya cukup besar sehingga tidak nyaman untuk di gunakan atau dihuni. Perancangan yang mempertimbangkan batasan lendutan dinamakan perancangan berdasarkan kekakuan (*design for stiffness*). Selain didesain untuk menahan beban yang bekerja, suatu struktur juga dituntut untuk tidak mengalami lendutan yang berlebihan (*over deflection*) agar mempunyai kemampuan layan (*serviceability*) yang baik. Lendutan yang terjadi harus masih dalam batas yang diijinkan (*permissible deflection*) sebenarnya kemampuan layan terdiri dari dua jenis yaitu lendutan dan lebar retak. Penelitian ini membahas tentang lendutan saja, yaitu lendutan seketika dan lendutan jangka pendek.

### **1.2 Rumusan Penelitian**

Rumusan masalah pada penelitian ini, antara lain:

1. Bagaimana pengaruh perubahan tebal selimut terhadap lendutan seketika yang terjadi pada struktur plat satu arah ?
2. Bagaimana pengaruh perubahan tebal selimut terhadap lendutan jangka panjang yang terjadi pada struktur plat satu arah ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penulisan ini antara lain adalah :

1. Mengetahui pengaruh perubahan tebal selimut terhadap lendutan seketika yang terjadi pada struktur plat satu arah.
2. Mengetahui pengaruh perubahan tebal selimut terhadap lendutan jangka panjang yang terjadi pada struktur plat satu arah.

### **1.4 Batasan Penelitian**

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

Batasan masalah dalam penulisan ini antara lain sebagai berikut :

1. Jenis pelat yang ditinjau hanya pelat satu arah dengan sistem *flat plate slab* dengan spesifikasi :
  - a. pelat yang terjepit di kedua ujungnya
  - b. panjang bentang 8m
  - c. lebar bentang 3m
  - d. Mutu beton yang dipergunakan adalah  $f_c' = 20$  MPa, dengan  $F_y = 240$  Mpa.
  - e. Tulangan menggunakan diameter 10 mm.
2. Peraturan yang dipergunakan adalah dari SNI 2847 : 2013 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.
3. Tulangan tekan menggunakan D10-100mm dengan luas tulangan sebesar 1571 mm<sup>2</sup>.
4. Tebal selimut beton yang menjadi variable di tentukan sebesar 30mm, 20mm, 10mm, 0mm.

5. nilai beban hidup yang digunakan sebagai acuan berdasarkan fungsi dari Bangunan untuk sekolah dan kantor
6. Untuk perhitungan momen lentur terfaktor dan jumlah tulangan digunakan metode perencanaan langsung atau DDM (*direct design method*).
7. Metode yang digunakan untuk perhitungan lendutan adalah Metode Pendekatan Slab Flat
8. Lendutan akibat deformasi geser diabaikan.

### **1.5 Manfaat Penelitian.**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan referensi mengenai analisis lendutan seketika dan jangka panjang struktur plat satu arah.
2. Sebagai peringatan untuk memperhatikan pelaksanaan di lapangan agar segala sesuatunya sesuai dengan desain yang dilakukan, yang dapat mempengaruhi penurunan kinerja dan kefatalan.

## **II. Landasan Teori**

### **2.1 Beton (*Concrete*)**

Menurut Dipohusodo (1996), beton merupakan bahan komposit yang didapatkan dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, kerikil, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan semen, dan air guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung.

### **2.2 Pengertian Beton Bertulang**

Beton bertulang merupakan kombinasi antara beton dan baja. Kombinasi keduanya membentuk suatu elemen struktur dimana dua macam komponen saling bekerjasama dalam menahan beban yang bekerja/dibebankan ke elemen tersebut, dimana beton menahan gaya tekan dan geser yang terjadi, sedangkan tulang baja mempunyai fungsi menahan gaya tarik (lentur). Hasil kombinasi dari keduanya, menghasilkan banyak keuntungan dari masing-masing material seperti : daya tahan yang baik terhadap api dan cuaca, kekuatan tekan yang baik, serta kemampuan istimewa dari beton untuk dibentuk dan kekuatan tarik yang tinggi serta daktilitas (kelentukan) dan ketahanan yang jauh lebih besar dari baja.

### **2.3 Pembebanan Struktur**

Pada perencanaan bangunan bertingkat tinggi, komponen struktur direncanakan cukup kuat untuk memikul semua beban kerjanya. Pengertian beban itu sendiri adalah beban-beban baik secara langsung maupun tidak langsung yang mempengaruhi struktur bangunan tersebut. Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 pasal 1 hal 7, dicantumkan bahwa pembebanan yang harus diperhatikan.

### **2.4 Tumpuan Pada Pelat Persegi**

Dalam penerapannya di lapangan, suatu pelat persegi memiliki beberapa kemungkinan bentuk tumpuan. Dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia Tahun 1971 dijelaskan beberapa macam bentuk tumpuan pada pelat lantai.

### **2.5 Slab (Pelat)**

. Slab (pelat) adalah sebuah elemen struktur horizontal yang berfungsi menyalurkan beban mati maupun beban hidup menuju rangka pendukung vertical dari suatu sistem struktur.

### **2.6 Perilaku Lendutan Pada Balok**

Hubungan beban-lendutan balok beton bertulang pada dasarnya dapat diidealisasikan menjadi bentuk trilinear Hubungan ini terdiri atas tiga daerah sebelum terjadinya *rupture*.

Daerah I : Taraf praretak, dimana batang-batang strukturalnya bebas retak.

Daerah II : Taraf pascaretak, dimana batang-batang struktural mengalami retak-retak terkontrol yang masih dapat diterima, baik dalam distribusinya maupun lebarnya.

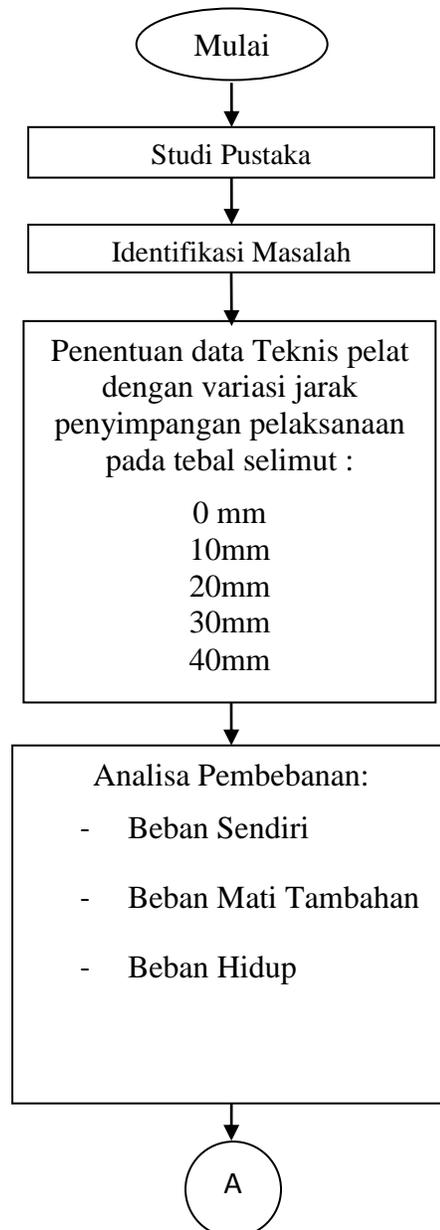
Daerah III : Taraf pasca-*serviceability*, di mana tegangan pada tulangan tarik sudah mencapai tegangan lelehnya.

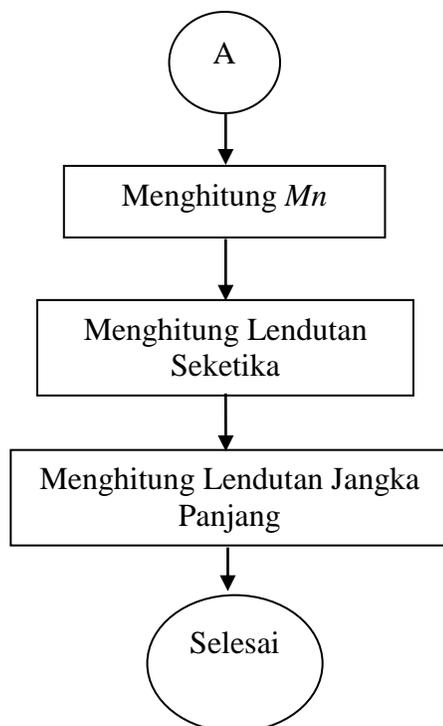
### III. Metode Penelitian

#### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis Penelitian ini adalah Eksperimental-teoritik atau Simulasi-eksperimen dengan menggunakan data Material yang di tentukan oleh penulis.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian





**Gambar 3.1** Diagram Alur Penelitian

#### IV. Analisa dan Pembahasan

##### 4.1 Analisa dan Hasil

Elemen struktur pelat yang akan dianalisa mempunyai deskripsi sebagai berikut:

Tabel 4 Data Teknis

Kuat tekan beton,	$f'_c =$	20	MPa
Tegangan leleh baja untuk tulangan lentur,	$f_y =$	240	MPa
Panjang bentang plat arah x,	$L_x =$	3.00	m
Panjang bentang plat arah y,	$L_y =$	8.00	m
Tebal plat lantai,	$h =$	400	Mm
Koefisien momen plat untuk :	$L_y / L_x =$	2.67	
<u>SATU ARAH</u> karena $L_y/L_x > 2$			
Lapangan x	$C_{lx} =$	63	
Lapangan y	$C_{ly} =$	63	
Tumpuan x	$C_{tx} =$	13	
Tumpuan y	$C_{ty} =$	38	
Diameter tulangan yang digunakan,	$\emptyset =$	30	Mm
Tebal bersih selimut beton,	$t_s =$	0	Mm
Tebal balok	$h =$	700	Mm
Lebar balok	$b =$	500	Mm

Akibat penyimpangan pelaksanaan yang mungkin terjadi dilapangan maka akan diambil nilai-nilai variasi pada tebal selimut yaitu :  $t_s = 40\text{mm}$ ,  $t_s = 20\text{mm}$ ,  $t_s = 10\text{mm}$  dan  $t_s = 0\text{ mm}$ .

#### 4.2 Kontrol Lendutan Pelat

Dari perencanaan dimensi beton dan tulangan pelat yang dilakukan di depan maka selanjutnya adalah menghitung lendutan yang terjadi pada beban layan maksimumnya. Perhitungan tersebut dilakukan juga untuk beragam variasi tebal selimut akibat penyimpangan pelaksanaan seperti yang telah di tetapkan dalam metodologi penelitian ini. Berdasarkan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002, maka hasil perhitungan lendutan plat dengan tebal selimut rencana adalah:

Tabel 5 Lendutan Pelat Dengan Tebal Selimut 30 mm (tebal rencana)

Modulus elastis beton,	$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'_c} =$	21019	MPa
Modulus elastis baja tulangan,	$E_s =$	200000	MPa
Beban merata (tak terfaktor) padaplat,	$Q = Q_D + Q_L =$	13.900	N/mm
Panjang bentang plat,	$L_x =$	8000	mm
Batas lendutan maksimum yang diijinkan,	$L_x / 240 =$	33.333	mm
Momen inersia brutto penampang plat,	$I_g = 1/12 \cdot b \cdot h^3 =$	5333333333	mm <sup>3</sup>
Modulus keruntuhan lentur beton,	$f_r = 0.7 \cdot \sqrt{f'_c} =$	3.13049517	MPa
Nilai perbandingan modulus elastis,	$n = E_s / E_c =$	9.52	
Jarak garis netral terhadap sisi atas beton,	$c = n \cdot A_s / b =$	12.455	mm
Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sbb. :			
$I_{cr} = 1/3 \cdot b \cdot c^3 + n \cdot A_s \cdot (d - c)^2 =$		1548690724	mm <sup>4</sup>
$y_t = h / 2 =$		200	mm
Momen retak :	$M_{cr} = f_r \cdot I_g / y_t =$	83479871	Nmm
Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban) :			
$M_a = 1 / 8 \cdot Q \cdot L_x^2 =$		111200000	Nmm
Inersia efektif untuk perhitungan lendutan, :			
$I_e = (M_{cr} / M_a)^3 \cdot I_g + [1 - (M_{cr} / M_a)^3] \cdot I_{cr} =$		3149928484	mm <sup>4</sup>
Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup :			
$q_e = 5 / 384 \cdot Q \cdot L_x^4 / (E_c \cdot I_e) =$		11.197	mm
Rasio tulangan slab lantai :	$\rho = A_s / (b \cdot d) =$	0.0036	
Faktor ketergantungan waktu untuk beban mati (jangka waktu > 5 tahun), nilai :			
		3	2.0
$\gamma = 3 / (1 + 50 \cdot \rho) =$		1.6959	
Lendutan jangka panjang akibat rangkai dan susut :			
$q_g = \gamma \cdot 5 / 384 \cdot Q \cdot L_x^4 / (E_c \cdot I_e) =$		18.989	Mm
Lendutan total,	$q_{tot} = q_e + q_g =$	30.186	Mm
	$q_{tot} \leq$	$L_x / 240$	
Syarat :	30.186	<	33.333
			→ AMAN (OK)

Tabel 6 Hasil Perhitungan pelat

Tebal Selimut	Lendutan Seketika	Lendutan Jangka Panjang	Lendutan Total	Lendutan Izin
40	11.808	20.393	32.201	33.333
30	11.197	18.989	30.186	
20	11.017	18.760	29.770	
10	10.838	18.527	29.360	
0	10.661	18.291	28.951	

Maka apabila dibandingkan dengan tebal selimut di atasnya pada perhitungan beban terfaktor kondisi 2 seperti tebal selimut 10, 20, 40, dan tebal selimut rencana 30 bilangan tebal selimut 0 lebih kecil. Yang berarti bagus untuk mengurangi lendutan. Dan pada perhitungan beban terfaktor kondisi 3 seperti tebal selimut 10, 20, dan 30 bilangan tebal selimut 0 lebih kecil. INI APA?? Akan tetapi menurut durabilitas beton yang mengatakan bahwa semakin tipis tebal selimut maka tulangan beton rentan terkena ancaman seperti teroksidasi akibat pengaruh cuaca dan lingkungan sekitarnya seperti bahan kimia maupun api (kebakaran). Dimana bila selimut beton terlalu tipis atau kurang rapat, bahan-bahan kimia seperti alkali dan asam akan cepat masuk ke dalam beton dan menyerang tulangan. Akibat tulangan menjadi berkarat dan berakibat beton mengelupas dan kapasitasnya berkurang.

## V. Penutup

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Dengan variasi tebal selimut beton 0mm, 10mm, 20mm dan 40mm dengan tebal selimut rencana 30mm. didapatkan lendutan total sebesar 30,186mm untuk tebal selimut rencana serta berturut-turut yaitu 28,951mm, 29,366mm, 29,777mm dan 32,201mm untuk variasi perubahan selimut beton di atas.
- 2) Dengan hasil di atas maka dapat disimpulkan pada penampang yang sama semakin kecil tebal selimut beton semakin besar tinggi efektif beton (d) maka semakin kecil lendutannya. Turunnya tebal selimut akibat penyimpangan pekerjaan tidak berdampak negatif terhadap lendutan. Akan tetapi menyebabkan dampak negatif pada keawetannya karena tulangan beton akan rentan terserang korosif dan sebaliknya

### 5.2 Saran

Saran terkait dengan hasil pengujian yang telah dilaksanakan adalah:

Pelaksanaan pemasangan tulangan dan dampak aktifitas pelaksanaan tidak menyebabkan perubahan dari desain semula. Walaupun penurunan letak tulangan yang menyebabkan

berkurangnya tebal selimut beton sekaligus memperbaiki kapasitas lendutannya (semakin kaku), namun keawetan (*durability*) dari beton bertulang tersebut akan berkurang. Sebaliknya jika tebal selimut beton bertambah, maka lendutan yang akan terjadi semakin besar, walaupun durabilitas beton bertulanginya semakin baik.

### **Daftar Pustaka**

- Asroni, A., 2007. Balok dan Pelat Beton Bertulang, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, BSN, Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013), BSN, Jakarta, 2013
- Badan Standarisasi Nasional, BSN, Baja Tulangan Beton (SNI 07-2052-2002), BSN, Jakarta, 2002
- Departemen Pekerjaan Umum, 1971, Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971, Bandung
- Dipohusodo, Istimawan.1996. Manajemen Proyek & Konstruksi.Kanisius. Jogjakarta.
- Juwana, Jimmy S. (2005). Panduan Sistem Bangunan Tinggi untuk Arsitek dan Praktisi Bangunan. Jakarta: Erlangga
- Nawy,E. G.; (Bambang Suryoatmono- *Penterjemah*), BETON BERTULANG: Suatu Pendekatan Dasar, PT Refika Aditama, Bandung, 1998
- Purwono, R., Tavio, Imran, I. Raka, IGP (*Tim Penyusun Penjelasan*). Standar Nasional Indonesia, SNI 03-2847-2002, Tata Cara Perhitungan- Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002), ITS Press, Surabaya, 2007
- Scott, John S. 2001. Kamus Lengkap Teknik Sipil. Jakarta : Erlangga