

ANALISIS LENDUTAN SEKETIKA dan LENDUTAN JANGKA PANJANG PADA STRUKTUR BALOK

William Trisina

NRP : 0621010

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

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

ABSTRAK

Masa layan struktur sebuah bangunan beton bertulang sangat ditentukan oleh besarnya lendutan yang dialami oleh struktur tersebut. Namun seringkali dalam pengerjaannya struktur dibebani lebih besar dari yang diperkirakan semula. Ditambah lagi dengan adanya kesalahan dalam pelaksanaan di lapangan misalnya kurangnya jumlah tulangan yang dipasang, jarak antar sengkang yang lebih panjang dari yang direncanakan, mutu beton yang kurang dari yang direncanakan serta hal-hal lainnya. Apalagi seiring dengan bertambahnya usia bangunan maka ada penurunan dari kapasitas struktur sehingga dimungkinkan lendutan dan retak pada komponen struktur bertambah besar.

Sebelum menghitung lendutan pada balok, terlebih dahulu harus dicari luas tulangan perlunya. Hal ini menjadi penting agar perencana yakin bahwa balok mampu menerima beban dan tidak mengalami keruntuhan. Dalam Penelitian ini balok yang dicari lendutannya mempunyai panjang 8 meter, dengan berbagai kombinasi beban, mutu beton, dan dimensi. Besarnya lendutan dicari dengan menggunakan panduan SNI 03-2847-2002 dan hasilnya dibandingkan dengan lendutan izin.

Melalui Tugas Akhir ini akan diketahui dimensi balok yang sesuai dengan beban dan mutu beton tertentu. Serta saran agar lendutan seketika dan jangka panjang balok tidak melampaui lendutan izinnya.

Kata kunci : Beban, Penulangan, Lendutan jangka panjang, Lendutan izin

ANALYSIS OF IMMEDIATE AND LONG TERM DEFLECTION FOR BEAM STRUCTURE

William Trisina

NRP : 0621010

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

**DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING
MARANATHA CHRISTIAN UNIVERSITY
BANDUNG**

ABSTRACT

Deflection of reinforced concrete structures have big influence to its serviceability. But sometimes, in site, the application of loads can be larger than its design. This is can be worse because sometimes there is some mistakes in site such as reinforce less than design, distance between reinforcement further than it's should be, concrete quality less than it's should be,etc. Deflection became more importance because according the age of the structure there is some reduction of structure capacity so deflection and crack can be larger.

Before calculate deflection, first engineer should determine reinforcement. Reinforcement became importance because the engineer must sure that the structure they will built have ability to receive loads and will not failure. This research covered beam with eight meters length, with several combination of loads, concrete quality, and dimension. Deflection in this research calculated based on SNI 03-2847-2002, and the output deflection compare with permissible deflection.

Through this thesis we will able to make conclusion which dimension of beam will strong enough when accept certain of loads. And suggest in order to immediate and long term deflection didn't beyond permissible deflection.

Key words : Load, Reinforcement, long term deflection, permissible deflection.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Surat Keterangan Tugas Akhir	ii
Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir	iii
Lembar Pengesahan	iv
Pernyataan Orisinalitas Laporan Penelitian	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xiii
Daftar Notasi	xv
Daftar Lampiran	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Sistematika penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Beton	4
2.2 Metode Analisis dan Perencanaan	4
2.3 Balok Persegi Bertulangan Rangkap	8
2.4 Analisis Balok Persegi Bertulangan Rangkap	8
2.5 Pentingnya Pemeriksaan Lendutan	9
2.6 Perilaku Lendutan Pada Balok	9
2.6.1 Taraf Praretak : Daerah I	10
2.6.2 Taraf Pascaretak : Daerah II	12
2.6.3 Taraf <i>Postserviceability</i> : Daerah III	12
2.7 Lendutan Jangka Panjang	13
2.8 Lendutan yang Diizinkan Pada Balok	16
2.9 Batas-Batas yang Diizinkan Mengenai Lendutan yang Dihitung	18
2.10 Perhitungan Lendutan	19
2.11 Lendutan Balok Menerus	20
BAB III STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN	
3.1 Studi Kasus	21
3.1.1 Diagram Alir Pembahasan	21
3.1.2 Data Struktur	21
3.1.3 Data Material	22
3.1.4 Data Komponen Struktur	22
3.1.5 Data Pembebanan	23
3.2 Pembahasan	24
3.2.1 Perhitungan Tulangan Balok	24
3.2.2 Perhitungan Lendutan Balok	30

3.2.3 Hasil Perhitungan Penulangan Balok	37
3.2.4 Hasil Perhitungan Lendutan Balok	42
3.2.5 Pembahasan Lendutan Jangka Panjang Pada Balok	54
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
4.1 Kesimpulan	60
4.2 Saran	61
Daftar Pustaka	62
Lampiran	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Perilaku lentur pada beban kecil	5
Gambar 2.2	Perilaku lentur pada beban sedang	6
Gambar 2.3	Perilaku lentur dekat beban ultimit	7
Gambar 2.4	Hubungan beban–lendutan pada balok. Daerah I, taraf praretak ; daerah II, taraf pascaretak ; daerah III, taraf pasca- <i>serviceability</i>	10
Gambar 2.5	Diagram tegangan-regangan Beton	11
Gambar 2.6	Faktor pengali untuk lendutan jangka panjang	15
Gambar 3.1	Diagram Alir Pembahasan	21
Gambar 3.2	Pemodelan struktur	22
Gambar 3.3	Detail Penulangan Balok	29
Gambar 3.4	Grafik Hubungan Dimensi dan Lendutan Pada Beban 250 kg/m ²	54
Gambar 3.5	Grafik Hubungan Dimensi dan Lendutan Pada Beban 400 kg/m ²	54
Gambar 3.6	Grafik Hubungan Dimensi dan Lendutan Pada Beban 600 kg/m ²	55
Gambar 3.7	Grafik Hubungan Mutu Beton dan Lendutan Pada Beban 250 kg/m ²	56
Gambar 3.8	Grafik Hubungan Mutu Beton dan Lendutan Pada Beban 400 kg/m ²	56
Gambar 3.9	Grafik Hubungan Mutu Beton dan Lendutan Pada Beban 600 kg/m ²	57
Gambar 3.10	Grafik Hubungan Dimensi dan Lendutan Pada Mutu Beton 20 MPa	58
Gambar 3.11	Grafik Hubungan Dimensi dan Lendutan Pada Mutu Beton 20 MPa	58
Gambar 3.12	Grafik Hubungan Dimensi dan Lendutan Pada Mutu Beton 20 MPa	59
Gambar L1	Persamaan Lendutan Maksimum Untuk Berbagai Kondisi Tumpuan Dan Pembebanan	63
Gambar L3	Diagram Alir Perhitungan Tulangan Balok	66
Gambar L4	Koefisien Momen Lentur dan Gaya Lintang Pada Balok dan Pelat Searah	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tebal Minimum Balok dan Pelat Satu Arah Apabila Lendutan Tidak Dihitung	17
Tabel 2.2	Angka Perbandingan Bentang (L) Dengan Lendutan (Δ) Maksimum yang Diizinkan	17
Tabel 3.1	Nilai Momen Lapangan dan Tumpuan Akibat Beban Terfaktor	26
Tabel 3.2	Nilai Momen Lapangan dan Tumpuan Akibat Beban Tidak Terfaktor	31
Tabel 3.3	Nilai k_d , I_{cr} , dan M_{cr} Pada Daerah Lapangan dan Tumpuan	33
Tabel 3.4	Nilai $\frac{M_{cr}}{M_D}$ Pada Daerah Lapangan dan Tumpuan	34
Tabel 3.5	Nilai $\left(\frac{M_{cr}}{M_D}\right)^3$ Pada Daerah Lapangan dan Tumpuan	34
Tabel 3.6	Nilai I_e pada daerah lapangan dan tumpuan	34
Tabel 3.7	Nilai I_e	35
Tabel 3.8	Tulangan Balok Dengan Mutu Beton 20 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 250 kg/m ²	37
Tabel 3.9	Tulangan Balok Dengan Mutu Beton 20 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 400 kg/m ²	38
Tabel 3.10	Tulangan Balok Dengan Mutu Beton 20 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 600 kg/m ²	38
Tabel 3.11	Tulangan Balok Dengan Mutu Beton 25 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 250 kg/m ²	39
Tabel 3.12	Tulangan Balok Dengan Mutu Beton 25 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 400 kg/m ²	39
Tabel 3.13	Tulangan Balok Dengan Mutu Beton 25 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 600 kg/m ²	40
Tabel 3.14	Tulangan Balok Dengan Mutu Beton 30 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 250 kg/m ²	40
Tabel 3.15	Tulangan Balok Dengan Mutu Beton 30 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 400 kg/m ²	41
Tabel 3.16	Tulangan Balok Dengan Mutu Beton 30 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 600 kg/m ²	41
Tabel 3.17	Lendutan Balok Dengan Mutu Beton 20 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 250kg/m ²	42
Tabel 3.18	Lendutan Balok Dengan Mutu Beton 20 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 400kg/m ²	44
Tabel 3.19	Lendutan Balok Dengan Mutu Beton 20 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 600kg/m ²	45
Tabel 3.20	Lendutan Balok Dengan Mutu Beton 25 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 250kg/m ²	47
Tabel 3.21	Lendutan Balok Dengan Mutu Beton 25 MPa dan	48

	Beban Hidup (LL) sebesar 400kg/m^2	
Tabel 3.22	Lendutan Balok Dengan Mutu Beton 25 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 600kg/m^2	49
Tabel 3.23	Lendutan Balok Dengan Mutu Beton 30 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 250kg/m^2	51
Tabel 3.24	Lendutan Balok Dengan Mutu Beton 30 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 400kg/m^2	52
Tabel 3.25	Lendutan Balok Dengan Mutu Beton 30 MPa dan Beban Hidup (LL) sebesar 600kg/m^2	53
Tabel L2	Luas Tulangan Berulir Dalam mm^2	65
Tabel L5	Koefisien Lendutan, K	68
Tabel L6	Time Dependent Factor, ξ	68

DAFTAR NOTASI

Perhitungan tulangan balok

A_s	: luas tulangan tarik non-prategang, mm^2
A_s'	: luas tulangan tekan, mm^2
b	: lebar balok, mm
BS	: beban berat sendiri, kN/m
$c_{\max}$	: jarak dari serat atas ke garis netral, mm
d'	: jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan, mm
d	: jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tarik, mm
DL	: beban mati total ($BS + SDL$), kN/m
E_c	: modulus elastisitas beton, MPa
E_s	: modulus elastisitas baja tulangan, MPa
f_c'	: kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa
f_s'	: Tegangan leleh tulangan tekan, MPa
f_y	: kuat leleh tulangan non-prategang (lentur), MPa
h	: tinggi balok, mm
L	: panjang balok, mm
LL	: beban hidup, kN/m
M_n	: kuat momen nominal pada suatu penampang, N-mm
M_u	: Momen akibat beban terfaktor, kNm
q_u	: beban yang telah dikalikan faktor beban, kN/m
SDL	: beban mati tambahan, kN/m
β_1	: faktor yang didefinisikan pada SNI 2002 dalam pasal 12.2(7(3))
γ_{beton}	: massa jenis beton, kN/m^3
ρ	: rasio tulangan tarik non-prategang
ρ'	: rasio tulangan tekan non-prategang
ρ_b	: rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan yang seimbang
ϕ	: faktor reduksi kekuatan

Perhitungan lendutan balok

$A_{s'}$	: luas tulangan tarik non-prategang, mm^2
A_s	: luas tulangan tekan, mm^2
b	: lebar balok, mm
BS	: beban berat sendiri, kN/m
D	: diameter tulangan, mm
d'	: jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan, mm
d	: jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tarik, mm
DL	: beban mati total ($BS + SDL$), kN/m
E_c	: modulus elastisitas beton, MPa
E_s	: modulus elastisitas baja tulangan, MPa
f_c'	: kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa
f_r	: modulus keruntuhan lentur beton, MPa
f_y	: kuat leleh tulangan non-prategang (lentur), MPa
h	: tinggi balok, mm
I_{cr}	: momen inersia penampang retak yang ditransformasikan menjadi beton, mm^4
I_e	: momen inersia efektif untuk perhitungan lendutan, mm^4
I_g	: momen inersia penampang bruto beton terhadap garis sumbunya, dengan mengabaikan tulangannya, mm^4 jangka waktu yang panjang
k	: nilai kekakuan perletakkan
kd	: Jarak tepi atas serat tekan ke garis netral, mm
L	: panjang balok, mm
LL	: beban hidup, kN/m
M	: Momen akibat beban tidak terfaktor, kNm
M_a	: momen maksimum pada komponen struktur saat lendutan dihitung
M_{cr}	: momen yang menyebabkan terjadinya retak lentur pada penampang, N-mm
n	: perbandingan modulus elastisitas
q	: beban yang tidak dikalikan faktor beban, kN/m
SDL	: beban mati tambahan, kN/m
y_t	: jarak dari sumbu pusat penampang bruto, dengan mengabaikan tulangan, ke serat tarik terluar, mm
γ_{beton}	: massa jenis beton, kN/m^3
Δi	: lendutan seketika, mm
Δ_{LT}	: lendutan jangka panjang, mm
λ	: pengali untuk penambahan lendutan jangka panjang
ρ'	: rasio tulangan tekan non-prategang
ξ	: faktor ketergantungan waktu untuk beban yang bersifat tetap

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Persamaan lendutan maksimum untuk berbagai kondisi tumpuan dan pembebanan	51
Lampiran 2	Luas tulangan berulir dalam mm ²	53
Lampiran 3	Diagram Alir Perhitungan Tulangan Balok	54
Lampiran 4	Diagram Alir Perhitungan Tulangan Balok	55
Lampiran 5	Koefisien Lendutan, K	56
Lampiran 6	Time Dependent Factor ξ	56