

ANALISIS STRUKTUR DENGAN MEMPERTIMBANGKAN TAHAPAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI, PENGARUH RANGKAK DAN PERPENDÉKAN AKSIAL ELASTIK AKIBAT BEBAN GRAVITASI PADA STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG

**Anton Susanto
NRP : 0221061**

Pembimbing : Ir. Djoni Simanta, MT

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

ABSTRAK

Dalam menganalisis sebuah struktur, biasanya digunakan model struktur tanpa mempertimbangkan tahapan-tahapan pelaksanaan konstruksi. Model struktur dibebani secara langsung dengan beratnya sendiri dan beban gravitasi lainnya dengan menganggap bahwa beban-beban ini tidak bekerja berdasarkan tahapan pelaksanaan konstruksi. Akan tetapi cara ini tidaklah sesuai dengan apa yang terjadi pada kenyataan. Pada analisis struktur, biasanya pengaruh rangkak dan perpendekan aksial elastik akibat beban gravitasi tidak diperhitungkan, padahal pada kenyataannya hal tersebut terjadi. Untuk itu perlu dilakukan suatu analisis struktur yang dapat lebih mewakili kondisi yang sebenarnya yaitu analisis struktur dengan mempertimbangkan tahapan pelaksanaan konstruksi, pengaruh rangkak dan perpendekan aksial elastik. Dalam Tugas Akhir ini hasil dari analisis struktur tanpa mempertimbangkan tahapan pelaksanaan konstruksi akan dibandingkan dengan hasil analisis struktur dengan mempertimbangkan tahapan pelaksanaan konstruksi, pengaruh rangkak dan perpendekan aksial elastik, sehingga dapat diketahui apakah hasil dari kedua analisis tersebut menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Dari hasil analisis didapatkan perbedaan hasil gaya-gaya dalam. Hasil analisis tanpa mempertimbangkan tahapan pelaksanaan konstruksi menghasilkan gaya-gaya dalam yang cenderung lebih besar dibandingkan dengan analisis dengan mempertimbangkan tahapan pelaksanaan konstruksi, pengaruh rangkak dan perpendekan aksial elastik. Pada momen lapangan balok perbedaan mencapai 23,48%, momen tumpuan balok mencapai 82,01%, momen kolom atas mencapai 85,58% dan momen kolom bawah mencapai 94,23%.

Pengaruh perpendekan aksial elastik menyebabkan tambahan momen terutama pada tumpuan balok tengah (11,46%), momen kolom atas (40,23%) dan momen kolom bawah (33,57%) pada lantai satu, sedangkan pengaruh rangkak menghasilkan tambahan momen yang bergantung pada durasi pelaksanaan konstruksi dan mutu beton (pada balok 0,48% sampai dengan 1,64% dan pada kolom 0,19% sampai dengan 22,84%)

DAFTAR ISI

	Halaman
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	i
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penulisan	2
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan	2
1.4 Sistematika Pembahasan	3
 BAB 2 STUDI PUSTAKA	
2.1 Struktur Portal	5
2.2 Sistem dan Komponen Gedung	6
2.3 Komponen Struktur Dasar	6
2.3.1 Balok	7
2.3.2 Kolom	8

2.4	Pembebanan	9
2.4.1	Beban Mati	9
2.4.2	Beban Hidup	10
2.4.3	Beban Konstruksi	12
2.5	Analisis Struktur Tanpa Mempertimbangkan Tahapan Pelaksanaan Konstruksi	13
2.6	Analisis Struktur Dengan Mempertimbangkan Tahapan Pelaksanaan Konstruksi, Pengaruh Rangkak dan Perpendekkan Aksial	14
2.6.1	Regangan Rangkak (<i>Creep</i>)	16
2.6.2	Metode Perhitungan Rangkak (<i>Creep</i>)	19
2.6.3	Perpendekan Aksial Elastik (<i>Elastic Axial Shortening</i>).....	22
2.6.4	Metode Perhitungan Perpendekan Aksial Elastik (<i>Elastic Axial Shortening</i>)	23

BAB 3 PEMODELAN DAN ANALISIS STRUKTUR

3.1	Data Struktur	27
3.1.1	Data Material	33
3.1.2	Data Komponen Struktur	34
3.1.3	Data Pembebanan	36
3.1.4	Data Tahapan Pelaksanaan Konstruksi (<i>Construction Stage</i>)	42
3.1.5	Data Rangkak (<i>Creep</i>)	43
3.1.6	Kombinasi Pembebanan	44

3.2	Pemodelan dan Analisis Struktur Tanpa Mempertimbangkan Tahapan Pelaksanaan Konstruksi dengan <i>MIDAS/Gen</i>	45
3.3	Pemodelan dan Analisis Struktur Dengan Mempertimbangkan Tahapan Pelaksanaan Konstruksi, tanpa dan dengan Pengaruh Rangkak dan Perpendekan Aksial Elastik	75
BAB 4 PEMBAHASAN MASALAH		
4.1	Diagram Momen Struktur Gedung Dua lantai	105
4.2	Diagram Momen Struktur Gedung Lima lantai	109
4.3	Diagram Momen Struktur Gedung Dua Belas lantai	115
4.4	Analisis Perpendekan Aksial Elastik (<i>Elastic Axial Shortening</i>)	124
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	133
5.2	Saran	134
DAFTAR PUSTAKA		136
LAMPIRAN		137

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$A_{i,k}$	=	Luas kolom pada lantai i atau k
cs	=	<i>Construction Stage Load</i>
$csCR$	=	<i>Construction Stage Creep</i>
$csDL$	=	<i>Construction Stage Dead Load</i>
$csLL$	=	<i>Construction Stage Live Load</i>
$C(t, t_0)$	=	Hasil perubahan bentuk rangkai pada usia t (Rangkai Spesifik)
DL	=	Dead Load
E_c	=	Modulus elastisitas beton, MPa
$E_{i,k}$	=	Modulus elastisitas kolom pada lantai i atau k
$E(t_0)$	=	Modulus elastisitas pada waktu penerapan beban
f'_c	=	Kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa
f_y	=	Kuat leleh tulangan yang disyaratkan, MPa
$J(t, t_0)$	=	Regangan total akibat tekanan dan didefinisikan sebagai fungsi rangkai
L	=	Jarak bentang bersih balok
$L_{i,k}$	=	Ketinggian lantai i atau k
LL	=	Live Load
N	=	Jumlah lantai
n	=	Lantai ke- n
$P_{i,k}$	=	Beban konstruksi pada lantai i atau k
t	=	Waktu akhir

t_0 = Waktu awal

γ_c = Berat jenis beton, kN/m³

$\varepsilon_c(t)$ = Regangan rangkak pada waktu t

$\varepsilon(t_0)$ = Regangan akibat tekanan pada waktu t_0

σ = Tekanan aksial

$\phi(t, t_0)$ = Koefisien rangkak (Rasio rangkak pada perubahan bentuk elastik)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur yang dibebani secara bersamaan tanpa mempertimbangkan tahapan pelaksanaan konstruksi	14
Gambar 2.2 Struktur yang dibebani secara bertahap dengan mempertimbangkan tahapan pelaksanaan konstruksi	16
Gambar 2.3 Definisi fungsi rangkaiak	18
Gambar 2.4 <i>Conventional analysis result</i>	23
Gambar 2.5 <i>Erection Sequence Analysis Result</i>	24
Gambar 2.6 <i>Component of Axial Shortening</i>	26
Gambar 3.1 Denah struktur gedung dua lantai	28
Gambar 3.2 Potongan melintang struktur gedung dua lantai	29
Gambar 3.3 Denah struktur gedung lima lantai	30
Gambar 3.4 Potongan melintang struktur gedung lima lantai	30
Gambar 3.5 Denah struktur gedung dua belas lantai	32
Gambar 3.6 Potongan melintang struktur gedung dua belas lantai	33
Gambar 3.7 <i>Unit system</i>	45
Gambar 3.8 <i>Material properties</i>	46
Gambar 3.9 <i>Material data</i>	47
Gambar 3.10 <i>Section properties</i>	48
Gambar 3.11 <i>Section data</i>	49
Gambar 3.12 <i>Input frame wizard</i>	50
Gambar 3.13 <i>Edit frame wizard</i>	51

Gambar 3.14	<i>Insert frame wizard</i>	52
Gambar 3.15	<i>1st floor element</i>	53
Gambar 3.16	<i>Single select</i>	53
Gambar 3.17	<i>Change the section using drag and drop</i>	54
Gambar 3.18	<i>Select all</i>	55
Gambar 3.19	<i>Translate element</i>	56
Gambar 3.20	<i>Select node by using single select</i>	57
Gambar 3.21	<i>Extrude element</i>	58
Gambar 3.22	Model 3D Struktur Bangunan Dua Belas Lantai	59
Gambar 3.23	<i>Plane & Volume Select</i>	60
Gambar 3.24	<i>Boundary Support</i>	61
Gambar 3.25	<i>Story Data</i>	62
Gambar 3.26	<i>Static Load Case</i>	63
Gambar 3.27	<i>Seft weight</i>	64
Gambar 3.28	<i>Floor Load Type</i>	66
Gambar 3.29	<i>Active Identity</i>	67
Gambar 3.30	<i>Assign Floor Load</i>	69
Gambar 3.31	<i>Load Combination</i>	70
Gambar 3.32	<i>Perform Analysis</i>	71
Gambar 3.33	<i>Define Name Plane</i>	72
Gambar 3.34	<i>Forces Member Diagram</i>	73
Gambar 3.35	Diagram Bidang Momen Analisis Struktur tanpa mempertimbangkan Tahapan Pelaksanaan Konstruksi	74
Gambar 3.36	Model 3D Struktur Lengkap	75

Gambar 3.37	<i>Define Structure Group</i>	76
Gambar 3.38	<i>Structure Group</i>	77
Gambar 3.39	<i>Define Boundary Group</i>	77
Gambar 3.40	<i>Boundary supports (Construction Stage)</i>	78
Gambar 3.41	<i>Define Load Group</i>	79
Gambar 3.42	<i>Assign Floor Load (Construction Stage)</i>	80
Gambar 3.43	<i>Define Construction Stage Dialog Box</i>	81
Gambar 3.44	<i>Compose Construction Stage Dialog Box</i>	83
Gambar 3.45	<i>Construction Stage Analysis Control</i>	84
Gambar 3.46	<i>Construction Stage Analysis Control Data</i>	85
Gambar 3.47	<i>Load Combination (Construction Stage)</i>	86
Gambar 3.48	<i>Perform Analysis (Construction Stage)</i>	87
Gambar 3.49	<i>Define Name Plane (Construction Stage)</i>	88
Gambar 3.50	<i>Forces Member Diagram (Construction Stage)</i>	89
Gambar 3.51	Diagram Bidang Momen Analisis Struktur dengan Mempertimbangkan Tahapan Pelaksanaan Konstruksi	90
Gambar 3.52	<i>Column Shortening Graph for C.S</i>	91
Gambar 3.53	<i>Define Column Data</i>	92
Gambar 3.54	<i>Column Shortening</i>	93
Gambar 3.55	<i>Add/Modify Time Dependent Material (Creep/Shrinkage)</i>	94
Gambar 3.56	<i>Show Time Dependent Material Function</i>	94
Gambar 3.57	<i>Add/Modify Time Dependent Material (Comp.Strength)</i>	95
Gambar 3.58	<i>Time Dependent Material Link</i>	96
Gambar 3.59	<i>Construction Stage Analysis Control (Creep)</i>	97

Gambar 3.60	<i>Construction Stage and Creep Analysis Control Data</i>	98
Gambar 3.61	<i>Load Combination (Construction Stage + Creep)</i>	99
Gambar 3.62	<i>Perform Analysis (Construction Stage + Creep)</i>	100
Gambar 3.63	<i>Define Name Plane (Construction Stage + Creep)</i>	101
Gambar 3.64	<i>Forces Member Diagram (Construction Stage + Creep)</i>	102
Gambar 3.65	Diagram Bidang Momen Analisis Struktur dengan Mempertimbangkan Tahapan Pelaksanaan Konstruksi dan Pengaruh Rangkak	103
Gambar 4.1	Diagram Momen DL + LL Dua Lantai	105
Gambar 4.2	Diagram Momen csDL + csLL Dua Lantai	106
Gambar 4.3	Diagram Momen csDL + csLL + csCR Dua Lantai	106
Gambar 4.4	Diagram Momen DL + LL Lima Lantai	119
Gambar 4.5	Diagram Momen csDL + csLL Lima Lantai	110
Gambar 4.6	Diagram Momen csDL + csLL + csCR Lima Lantai	111
Gambar 4.7	Diagram Momen DL + LL Dua Belas Lantai	116
Gambar 4.8	Diagram Momen csDL + csLL Dua Belas Lantai	117
Gambar 4.9	Diagram Momen csDL + csLL + csCR Dua Belas Lantai	118
Gambar 4.10	Lokasi Kolom Sudut, Kolom Eksterior dan Kolom Interior yang Ditinjau	124
Gambar 4.11	Perpendekan Aksial Elastik Struktur Gedung 2 Lantai ditinjau dari Lantai Dasar	125
Gambar 4.12	Perpendekan Aksial Elastik Struktur Gedung 5 Lantai ditinjau dari Lantai Dasar	126

Gambar 4.13	Perpendekan Aksial Elastik Struktur Gedung 12 Lantai ditinjau dari Lantai Dasar	127
Gambar 5.1	Diagram Momen DL + LL Dua Belas Lantai (ulangan)	130
Gambar 5.2	Diagram Momen csDL + csLL Dua Belas Lantai (ulangan) ...	131
Gambar 5.3	Diagram Momen csDL + csLL + csCR Dua Belas Lantai (ulangan)	132

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tebal minimum balok non-prategang atau pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung	8
Tabel 2.2 Berat sendiri bahan-bahan bangunan	10
Tabel 2.3 Muatan hidup pada lantai bangunan	11
Tabel 3.1 Komponen struktur gedung dua lantai	34
Tabel 3.2 Komponen struktur gedung lima lantai	35
Tabel 3.3 Komponen struktur gedung dua belas lantai	36
Tabel 4.1 Momen Balok dan Kolom Struktur Gedung Dua Lantai	107
Tabel 4.2 Momen Balok Struktur Gedung Lima Lantai	112
Tabel 4.3 Momen Kolom Struktur Gedung Lima Lantai	112
Tabel 4.4 Momen Balok Struktur Gedung Dua Belas Lantai	119
Tabel 4.5 Momen Kolom Struktur Gedung Dua Belas Lantai	120
Tabel 4.6 Perpendekan aksial elastik struktur gedung dua lantai	125
Tabel 4.7 Perpendekan aksial elastik struktur gedung lima lantai	126
Tabel 4.8 Perpendekan aksial elastik struktur gedung dua belas lantai ...	127

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Factors Affecting Concrete Creep and Shrinkage and variables Considered in The Recommended Prediction Method	137
Lampiran 2 Values of the constants a , β and a/β and the time ratio from Eqs. (2-1) and (2-2)	138