

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PRAKATA</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Tujuan .....	2
1.3 Manfaat .....	2
1.4 Batasan Masalah dan Ruang Lingkup .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Konsep Dasar Beton Prategang .....	4
2.1.1 Sistem Prategang untuk Mengubah Beton Menjadi Bahan yang Elastis .....	4
2.1.2 Sistem Prategang untuk Kombinasi Baja Mutu Tinggi dengan Beton .....	7
2.1.3 Sistem Prategang untuk Mencapai Perimbangan Beban ( <i>load                 balancing</i> ) .....	8

2.2 Cara Penegangan .....	10
2.2.1 Pratarik ( <i>pre-tensioning</i> ) .....	10
2.2.2 Pasca tarik ( <i>post-tensioning</i> ) .....	10
2.3 Tahap-tahap Pembebanan pada Beton Prategang .....	11
2.4 Kehilangan Gaya Prategang .....	12
2.5 Pengertian <i>Flat Plate</i> Beton Prategang .....	13
2.6 Karakteristik <i>Flat Plate</i> Beton Prategang .....	14
2.6.1 Perilaku .....	14
2.6.2 Jalur Pembebanan .....	14
2.6.3 Distribusi Tendon .....	15
2.7 Pengangkuran Ujung ( <i>end blocks</i> ) .....	16
<b>BAB III ANALISIS DAN DISAIN <i>FLAT PLATE</i> BETON PRATEGANG</b>	
3.1 Pengertian .....	18
3.2 Disain Pendahuluan .....	18
3.2.1 Analisis Penampang <i>Flat Plate</i> Beton Prategang .....	18
3.2.2 Penempatan Profil Tendon .....	19
3.2.3 Tegangan Rata-rata .....	20
3.3 Analisis Struktur <i>Flat Plate</i> .....	21
3.3.1 Pedekatan Portal Ekuivalen .....	21
3.3.2 Momen Disain .....	23
3.4 Analisis Lentur .....	24
3.4.1 Tegangan Lentur Ijin .....	24
3.4.2 Analisis Lentur pada Saat Kekuatan Batas ( <i>ultimit</i> ) .....	26
3.5 Transfer Momen dari Pelat ke Kolom .....	29

3.6 Analisis Geser .....	34
3.6.1 Kapasitas Geser Beton .....	34
3.6.2 Disain Penulangan Geser .....	35
3.7 Analisis Lendutan .....	40
3.8 Perhitungan <i>End Block</i> .....	42
3.9 <i>Flowchart</i> Disain <i>Flat Plate</i> Beton Prategang .....	45
<b>BAB IV PENERAPAN DAN PERHITUNGAN</b>	
4.1 Penerapan .....	51
4.2 Perhitungan .....	52
4.2.1 Perhitungan Portal 2A - 2D .....	52
4.2.2 Perhitungan Tulangan Geser .....	89
4.2.3 Perhitungan Lendutan .....	92
4.2.4 Perencanaan Daerah Ujung ( <i>endblock</i> ) .....	97
<b>BAB V PEMBAHASAN</b>	
5.1 Lentur .....	100
5.2 Geser .....	102
5.3 Lendutan .....	103
5.4 <i>Endblock</i> .....	105
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1 Kesimpulan .....	106
6.2 Saran-saran .....	107

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Distribusi Tegangan Sepanjang Penampang Beton Prategang Konsentris .....	5
2.2 Distribusi Tegangan Sepanjang Penampang Beton Prategang Eksentris .....	6
2.3 Kopel Penahan Internal Beton Prategang .....	7
2.4 Balok Prategang Dengan Tumpuan Sederhana .....	8
2.5 Konsep <i>Flat Plate</i> dijadikan Portal Ekuivalen .....	14
3.1 Tata Letak Tendon Ideal .....	19
3.2 Tata Letak Tendon Sebenarnya .....	20
3.3 Batang-batang Rangka Ekuivalen .....	21
3.4 Blok Tegangan dan Regangan Batas yang Diasumsikan .....	27
3.5 Bidang Kritis Akibat Momen Transfer Sebagai Lentur .....	30
3.6 Distribusi Tegangan Geser pada Kolom Interior .....	31
3.7 Distribusi Tegangan Geser pada Kolom Eksterior .....	32
3.8 Distribusi Tegangan Geser pada Kolom Sudut .....	33
3.9 Penampang Kritis Geser <i>Flat Plate</i> .....	38
3.10 Analisis Lendutan pada <i>Flat Plate</i> .....	40
3.11 Tegangan pada <i>Endblock</i> .....	43
4.1 Denah <i>Flat Plate</i> .....	52
4.2 Penempatan Profil Tendon .....	53
4.3 Portal 2A-2D .....	57

4.4	Grafik hubungan antara jumlah tendon dengan fpc portal 2A-2D .....	73
4.5	Grafik hubungan antara tegangan beton saat layan dengan fpc portal 2A-2D .....	73
4.6	Grafik hubungan antara kapasitas momen dengan fpc portal 2A-2D .....	73
4.7	Grafik hubungan antara tegangan geser dengan fpc portal 2A-2D .....	73
4.8	Grafik hubungan antara jumlah tendon dengan fpc portal 1A-1D .....	76
4.9	Grafik hubungan antara tegangan beton saat layan dengan fpc portal 1A-1D .....	76
4.10	Grafik hubungan antara kapasitas momen dengan fpc portal 1A-1D .....	76
4.11	Grafik hubungan antara gaya geser dengan fpc portal 1A-1D .....	76
4.12	Grafik hubungan antara jumlah tendon dengan fpc portal C1-C4 .....	79
4.13	Grafik hubungan antara tegangan beton saat layan dengan fpc portal C1-C4 .....	79
4.14	Grafik hubungan antara kapasitas momen dengan fpc portal C1-C4 .....	79
4.15	Grafik hubungan antara tegangan geser dengan fpc portal C1-C4 .....	79
4.16	Grafik hubungan antara jumlah tendon dengan fpc portal D1-D4 .....	82
4.17	Grafik hubungan antara tegangan beton saat layan dengan fpc portal D1-D4 .....	82
4.18	Grafik hubungan antara kapasitas momen dengan fpc portal D1-D4 .....	82
4.19	Grafik hubungan antara tegangan geser dengan fpc portal D1-D4 .....	82
4.20	Grafik hubungan antara beban dengan tebal penutup beton portal 2A-2D .....	85
4.21	Grafik hubungan antara tegangan beton saat layan dengan penutup beton portal 2A-2D .....	85
4.22	Grafik hubungan antara kapasitas momen dengan penutup beton portal 2A-2D.	85
4.23	Grafik hubungan antara gaya geser dengan penutup beton portal 2A-2D.....	85
4.24	Grafik hubungan antara beban dengan penutup beton portal C1-C4 .....	88
4.25	Grafik hubungan antara tegangan beton saat layan dengan penutup beton	

portal C1-C4 .....	88
4.26 Grafik hubungan antara kapasitas momen dengan penutup beton portal C1-C4..	88
4.27 Grafik hubungan antara gaya geser dengan penutup beton portal C1-C4 .....	88
4.28 Penempatan Tulangan Geser .....	91
4.29 Diagram Tegangan dan Momen di Daerah Ujung .....	98



## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Macam-macam Kehilangan Prategang pada Struktur .....	12
2.2	Perkiraan Kehilangan Prategang .....	13
2.3	Prosentase Momen dari Jalur Kolom .....	15
3.1	Lendutan Maksimum .....	43
4.1	Distribusi Momen Sebagian Beban Mati .....	58
4.2	Distribusi Momen <i>Unbalance Load</i> .....	60
4.3	Distribusi Momen <i>Balance Load</i> .....	62
4.4	Distribusi Momen Beban Terfaktor .....	63
4.5	Momen Rencana Akhir .....	64
4.6	Perhitungan Portal 2A-2D .....	71
4.7	Perhitungan Portal 1A-1D .....	74
4.8	Perhitungan Portal C1-C4 .....	77
4.9	Perhitungan Portal D1-D4 .....	80
4.10	Perhitungan Portal 2A-2D dengan variasi pb .....	83
4.11	Perhitungan Portal C1-C4 dengan variasi pb .....	86
4.12	Hasil Perhitungan yang Digunakan untuk Disain .....	89
4.13	Perhitungan Tulangan Geser .....	91
4.14	Hasil Perhitungan Lendutan dengan Variasi pb .....	96
4.15	Perhitungan Tegangan dan Momen pada <i>Endblock</i> .....	97

## DAFTAR NOTASI

- a = tinggi blok tegangan tekan ekivalen, mm
- $a_p$  = jarak distribusi sengkang dari muka kolom, mm
- $A_1$  = luas pelat baja pada penjangkaran, mm<sup>2</sup>
- $A_2$  = luasan maksimum pelat angkur ekivalen, mm<sup>2</sup>
- $A_c$  = luas penampang beton, mm<sup>2</sup>
- $A_{ps}$  = luas tulangan pratekan dalam daerah tarik, mm<sup>2</sup>
- $A_v$  = luas tulangan geser, mm<sup>2</sup>
- $A_s$  = luas tulangan tarik non-pratekan, mm<sup>2</sup>
- b = lebar penampang tekan pelat beton yang ditinjau, mm
- $b_o$  = penampang kritis di sisi kolom, mm
- c = jarak titik berat penampang terhadap serat terluar beton, mm
- C = konstanta penampang untuk menentukan kekakuan puntir
- $c_1$  = ukuran kolom persegi diukur dalam arah bentang momen yang dihitung, mm
- $c_2$  = ukuran kolom persegi diukur dalam arah melintang bentang momen yang dihitung, mm
- $C_{AB}$  = jarak titik pusat penampang kritis ke sisi AB, mm
- $C_{CD}$  = jarak titik pusat penampang kritis ke sisi CD, mm
- d = jarak dari serat terluar tekan ke pusat tulangan tarik, mm
- DF = faktor distribusi untuk analisa struktur
- e = eksentrisitas tendon terhadap titik berat penampang, mm
- $E_c$  = modulus elastisitas beton, MPa
- $E_s$  = modulus elastisitas baja, MPa
- $E_{cs}$  = modulus elastisitas pelat beton, MPa



$f_c$	= kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa
$f_{ci}$	= kuat tekan beton pada saat pemberian pratekan awal, MPa
$f_{pc}$	= nilai tegangan rata-rata yang diakibatkan oleh prategang efektif, MPa
$f_{ps}$	= tegangan dalam tulangan prategang pada kuat nominal, Mpa
$f_{pu}$	= kuat tarik tendon prategang, MPa
$f_{se}$	= tegangan efektif tulangan prategang, MPa
$f_y$	= kuat leleh tulangan non-prategang, MPa
$f_t$	= tegangan tarik beton, MPa
$f_b$	= tegangan desak beton, MPa
FEM	= momen jepit ujung, KNm
$g$	= jarak dari pusat berat penampang kritis terhadap pusat berat kolom, mm
$h$	= tinggi total komponen struktur, mm
$h_v$	= tinggi penampang profil geser, mm
$I_c$	= momen inersia penampang terhadap pusat penampang, mm <sup>4</sup>
$I_s$	= momen inersia profil baja, mm <sup>4</sup>
$J_c$	= momen inersia polar dari bidang geser kritis, mm <sup>4</sup>
$K_c$	= kekakuan lentur kolom, momen per unit rotasi
$K_s$	= kekakuan lentur pelat, momen per unit rotasi
$K_t$	= kekakuan puntir komponen torsi struktur, momen per unit rotasi
$l_t$	= panjang penyaluran, mm
$L$	= lebar bentang, mm
$l_v$	= panjang dari lengan kepala geser, mm
$M_n$	= kuat momen nominal pada suatu penampang, KNm
$M_p$	= kuat momen plastis perlu dari penampang, KNm
$M_v$	= tahanan momen yang disumbangkan oleh tulangan kepala geser, KNm
$M_{unb}$	= momen <i>unbalance</i> , KNm

- $M_t$  = momen tak seimbang beban ultimit, KNm  
 $M_u$  = momen akibat beban ultimit, KNm  
 $M_{bal}$  = momen akibat *balanced load*, KNm  
 $M_{unb}$  = momen akibat *unbalanced load*, KNm  
 $M_{Dsisia}$  = momen akibat sebagian beban mati yang tak terimbangi, KNm  
 $n$  = jumlah tulangan prategang  
 $N_c$  = gaya tarik pada beton akibat beban mati dan beban hidup tidak terfaktor, KN  
 $P_e$  = gaya prategang akhir setelah dikurangi kehilangan prategangan, KN  
 $P_o$  = gaya prategang awal, KN  
 $R$  = kehilangan gaya prategang total, %  
 $S$  = modulus penampang, mm<sup>3</sup>  
 $s$  = jarak distribusi tulangan, mm  
 $V_c$  = gaya geser yang disediakan beton, KN  
 $V_u$  = gaya geser ultimit pada penampang, KN  
 $V_s$  = kuat geser yang disediakan oleh tulangan geser, KN  
 $V_n$  = kuat geser nominal pada penampang, KN  
 $V_p$  = komponen vertikal dari gaya prategang efektif yang memotong penampang kritis, KN  
 $W_{bal}$  = beban perimbangan, KN/m<sup>2</sup>  
 $W_{unb}$  = beban eksternal yang tidak diimbangi, KN/m<sup>2</sup>  
 $W_{Dsisia}$  = sebagian beban mati yang tidak diimbangi, KN/m<sup>2</sup>  
 $x$  = dimensi keseluruhan yang lebih pendek dari bagian persegi penampang, mm  
 $y$  = dimensi keseluruhan yang lebih pendek dari bagian persegi penampang, mm  
 $\epsilon_{cu}$  = batas regangan tekan beton  
 $\gamma_f$  = koefisien transfer momen tak seimbang sebagai lentur  
 $\gamma_v$  = koefisien transfer momen tak seimbang sebagai geser

- $\phi$  = faktor reduksi kekuatan  
 $\rho$  = rasio penulangan  
 $\eta$  = jumlah lengan pada profil penahan geser  
 $\beta_c$  = rasio perbandingan antara panjang dan lebar  
 $\alpha_v$  = perbandingan antara kekakuan relatif profil kepala geser (*shearhead*) dengan penampang beton yang ada di sekitarnya  
 $\delta$  = defleksi akibat momen, mm  
 $\theta$  = defleksi akibat rotasi, mm  
 $\Delta$  = defleksi total yang terjadi, mm

