

PERENCANAAN BEAM-COLOUM JOINT DENGAN  
MENGUNAKAN METODE BETON PRATEGANG PARTIAL  
GEDUNG PERKANTORAN BPR JATIM

TUGAS AKHIR



Diajukan Oleh :

FRANSISKUS X. E. LIE  
0953210064

Pembimbing 1 : Ir. Made D. Astawa,. MT

Pembimbing 2 : Ir. Wahyu Kartini,. MT

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
2013

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERENENCANAAN BEAM-COLOUM JOINT DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE BETON PRATEGANG PARTIAL GEDUNG PERKANTORAN  
BPR JATIM

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir

Progam Studi Teknik Sipil FTSP UPN "Veteran" Jawa Timur

Pembimbing Utama

Tim Penguji

Penguji I

Candra Wijaya

Ir. Made D. Astawa, MT.,  
NIP. 19530191 198601 1 00-1

Penguji II

Pembimbing Pendamping

Ir. Ali Arifin, MT.,  
NPT. 3 7102 99 0167 1

Penguji III

Ir. Wahyu Kartini, MT.,  
NPT. 3 6304 94 0031 1

Sumaidi, ST.,  
NIP. 3 7603 09 0274 1

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Ir. NANIEK RATNI JULIADI AR., M.Kes.

NIP. 19590729 198603 2 00 1

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat akademis dalam menyelesaikan program pendidikan Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Sipil - FTSP Universitas Pembangunan Nasional “ Veteran” Jawa Timur. Dalam menyusun tugas akhir yang berjudul “Perencanaan Beam-Coloum Joint Dengan Menggunakan Metode Beton Prategang Partial Gedung Perkantoran BPR Jatim“ ini, penulis berusaha menerapkan segala sesuatu yang penulis peroleh baik dari bangku kuliah maupun dari literatur yang berkaitan, serta arahan-arahan dari dosen pembimbing. Penulis sadar, dengan segala keterbatasan yang ada, laporan ini masih jauh dari kesempurnaaan. Akhirnya tidak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu saran dan kritik membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan tugas akhir ini.

Surabaya, 23 Oktober 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Ruang Lingkup.....	3
1.5 Lokasi .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum .....	5
2.2 Material beton prategang .....	7
2.2.1 Beton .....	7
2.2.2 Baja.....	8
2.3 Metode Parsial Pratekan .....	9
2.3.1 Prategang Penuh.....	9
2.3.2 Partial Prestress .....	10
2.4 Tegangan Ijin Beton Pratekan.....	13
2.5 Metode ACI .....	13
2.6 Kehilangan Prategang.....	14
2.6.1 Kehilangan Prategang Langsung .....	14
2.6.2 Kehilangan Prategang Tidak Langsung .....	19

2.7	Kontrol Lendutan .....	22
2.7.1	Lendutan Ijin.....	22
2.7.2	Lendutan Awal Saat Jacking.....	22
2.7.3	Lendutan Total.....	25
2.8	Momen Retak.....	25
2.9	Gaya Gempa.....	27
2.9.1	Perhitungan Periode Alami Struktur T.....	27
2.9.2	Penentuan Faktor Respon Gempa (C1).....	28
2.9.3	Penentuan Faktor Keutamaan (I) .....	28
2.9.4	Penentuan Parameter Daktalitas Struktur (R).....	29
2.9.5	Perhitungan Gaya Geser Gempa (V).....	29
2.9.6	Eksentrisitas Pusat Massa Terhadap Pusat Rotasi Lantai.....	30
2.9.7	Analisa Waktu Getar Struktur Dengan Cara T-Rayleigh.....	31
2.10	Momen Nominal (Momen Batas) .....	31
2.11	SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus).....	32
2.12	Hubungan Balok Kolom (HBK) .....	32

### BAB III METODOLOGI

3.1	Pengumpulan Data .....	33
3.2	Gambar Bangunan.....	34
3.3	Langkah Kerja.....	34

### BAB IV PERENCANAAN STRUKTUR

4.1	Data Dan Perencanaan.....	37
4.1.1	Pembebanan Tributari .....	37
4.1.1.1	Beban Equivalen Pelat Atap.....	38

4.1.1.2	Beban Equivalen Pelat Lantai.....	44
4.1.2	Pembebanan Gempa.....	59
4.1.2.1	Berat Gedung.....	59
4.1.2.2	Periode Alami Struktur.....	60
4.1.2.3	Penentuan Faktor Respon Gempa.....	61
4.1.2.4	Penentuan Faktor Keutamaan.....	62
4.1.2.5	Penentuan Faktor Daktilitas Struktur.....	62
4.1.2.6	Perhitungan Gaya Geser Gempa.....	62
4.1.2.7	Eksentrisitas Pusat Massa.....	63
4.1.2.8	Analisa Waktu Getar Struktur Dengan Cara T-Reyleigh.....	64
4.1.2.9	Analisa Batas Kerja Batas Layan Dan Batas Ultimit.....	66
4.2	Perencanaan Balok Pratekan.....	76
4.2.1	Tegangan Ijin Beton Pratekan.....	76
4.2.2	Dimensi Penampang.....	77
4.2.3	Mencari Momen Akibat Berat Sendiri Dan Komposit.....	80
4.2.3.1	Akibat Berat Sebelum Komposit.....	80
4.2.3.2	Akibat Beban Gempa, Mati Dan Hidup Setelah Komposit.....	81
4.2.4	Penentuan Daerah Limit Kabel Dan Gaya Awal Prategang.....	82
4.2.4.1	Desain Pendahuluan.....	82
4.2.4.2	Daerah Limit Kabel.....	83
4.2.5	Kontrol Tegangan.....	84

4.2.6	Pentuan Dimensi Tulangan Lunak .....	89
4.2.7	Penentuan Jumlah Strand.....	91
4.2.8	Pekerjaan Grouting.....	93
4.2.9	Kehilangan Prategang.....	94
4.2.9.1	Kehilangan Prategang Langsung .....	94
4.2.9.2	Kehilangan Prategang Tidak Langsung .....	100
4.2.10	Kontrol Tegangan Setelah Kehilangan.....	108
4.3	Kontrol Lendutan .....	110
4.3.1	Lendutan Ijin.....	110
4.3.2	Lendutan Awal Saat Jacking.....	110
4.3.3	Lendutan Saat Beban Bekerja Saat F Efektif .....	113
4.3.4	Lendutan Total.....	114
4.4	Momen Retak .....	114
4.5	Penulangan Non Prategang.....	116
4.6	Penulangan Geser Pada Balok .....	129
4.7	Perencanaan Penampang Kolom.....	131
4.7.1	Kontrol Kelangsingan Kolom.....	131
4.7.2	Kelangsingan Kolom Arah X .....	131
4.7.3	Perhitungan Tulangan Lentur Kolom.....	134
4.7.4	Perhitungan Tulangan Geser Kolom.....	134
4.7.5	Konsep Balok Lemak - Kolom Kuat.....	135
4.8	Persyaratan SRPMK.....	138
4.9	Partial Prestressing Ratio (PPR) .....	139
4.10	Hubungan Balok-Kolom.....	140

4.10.1 Perencanaan Sengkang Geser Horizontal Pada Joint .....	140
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	143
5.2 Saran.....	145
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kurva Beban Lendutan, Penampang Bertulang-Kuat (Overreinforced) dan Bertulang-Lemah (Underreinforced).....	11
Gambar 2.2	Kurva Beban-Lendutan untuk Berbagai Tingkat Prategang (untuk Penampang Bertulang-Lemah Balok Terekat).....	12
Gambar 2.3	Respons Spektrum Gempa Rencana.....	28
Gambar 3.1	Tampak Depan Gedung BPR Bank Jatim.....	34
Gambar 4.1	Pembebanan Balok Prategang.....	38
Gambar 4.2	Pembebanan Balok B2A.....	39
Gambar 4.3	Pembebanan Balok B2.....	40
Gambar 4.4	Pembebanan Balok Prategang.....	40
Gambar 4.5	Pembebanan Balok Prategang.....	41
Gambar 4.6	Pembebanan Balok B3.....	42
Gambar 4.7	Pembebanan Balok B2.....	43
Gambar 4.8	Pembebanan Balok Prategang.....	44
Gambar 4.9	Pembebanan Balok B2A.....	45
Gambar 4.10	Pembebanan Balok B2.....	46
Gambar 4.11	Pembebanan Balok Prategang.....	46
Gambar 4.12	Pembebanan Balok Prategang.....	47
Gambar 4.13	Pembebanan Balok B3.....	48
Gambar 4.14	Pembebanan Balok B2.....	49
Gambar 4.15	Denah Tributari Pelat Atap dan Lantai.....	52

Gambar 4.16	Pot. Melintang Tributari Akibat Beban Mati .....	53
Gambar 4.17	Pot. Melintang Tributari Akibat Beban Hidup .....	53
Gambar 4.18	Pot. Memanjang Tributari Akibat Beban Mati.....	54
Gambar 4.19	Pot. Memanjang Tributari Akibat Beban Hidup .....	55
Gambar 4.20	Pot. Melintang Beban Ekuivalen Tributari Akibat Beban Mati.....	56
Gambar 4.21	Pot. Melintang Beban Ekuivalen Tributari Akibat Beban Hidup .....	56
Gambar 4.22	Potongan Memanjang Beban Ekuivalen Tributari Akibat Beban Mati.....	57
Gambar 4.23	Potongan Memanjang Beban Ekuivalen Tributari Akibat Beban Hidup	58
Gambar 4.24	Analisa 3D Menggunakan Software ETABS V.9.7.1 .....	59
Gambar 4.25	Respons Spektrum Gempa Rencana .....	61
Gambar 4.26	Penyaluran Gaya Gempa Pada Portal .....	63
Gambar 4.27	Diagram Momen Yang Terjadi Pada Balok B150.....	69
Gambar 4.28	Diagram Momen Yang Terjadi Pada Balok B151.....	70
Gambar 4.29	Diagram Momen Yang Terjadi Pada Balok B152.....	71
Gambar 4.30	Diagram Momen Yang Terjadi Pada Balok B153.....	72
Gambar 4.31	Diagram Momen Yang Terjadi Pada Balok B154.....	73
Gambar 4.32	Diagram Momen Yang Terjadi Pada Balok B155.....	74
Gambar 4.33	Diagram Momen Yang Terjadi Pada Balok B156.....	75
Gambar 4.34	Penampang Balok Pratekan.....	78
Gambar 4.35	Momen Sebelum Komposit.....	80
Gambar 4.36	Momen Setelah Komposit.....	81
Gambar 4.37	Daerah Limit Kabel .....	84
Gambar 4.38	Diagram Tegangan Sebelum Komposit .....	88

Gambar 4.39	Diagram Tegangan Setelah Komposit .....	88
Gambar 4.40	Angker Dengan 9 Strand.....	92
Gambar 4.41	Penampang Angker Tengah Bentang Dengan 9 Strand .....	92
Gambar 4.42	Potongan Angker .....	93
Gambar 4.43	Hasil Analisa SAP Akibat Kekangan Kolom.....	99
Gambar 4.44	Penampang Balok Prategang.....	103
Gambar 4.45	Diagram Tegangan Setelah Kehilangan Prategang .....	109
Gambar 4.46	Tulangan Geser Pada Balok .....	131
Gambar 4.47	Tulangan Pada Kolom Menggunakan PCA COL .....	134
Gambar 4.48	Tulangan pada Kolom Menggunakan PCA COL sesuai dengan konsep Strong Column-Weak Beam.....	137
Gambar 4.49	Tinggi Efektif Balok .....	139
Gambar 4.50	Penampang Balok .....	140
Gambar 4.51	Hubungan Balok Kolom .....	142
Gambar 4.52	Detail Hubungan Balok Kolom Eksterior.....	142

## DAFTAR TABEL

Tabel	4.1	Pembebanan Ekuivalen Pelat Atap .....	50
Tabel	4.2	Pembebanan Ekuivalen Pelat Lantai .....	51
Tabel	4.3	Berat lantai bangunan .....	60
Tabel	4.4	Distribusi beban gempa dengan $V = 250,78$ ton .....	62
Tabel	4.5	Perhitungan eksentrisitas rencana $e_d$ pada arah x .....	64
Tabel	4.6	Perhitungan eksentrisitas rencana $e_d$ pada arah y .....	64
Tabel	4.7	T-Rayleigh arah x .....	65
Tabel	4.8	T-Rayleigh arah y .....	65
Tabel	4.9	Analisa s terhadap arah X .....	66
Tabel	4.10	Analisa s terhadap arah Y .....	67
Tabel	4.11	Analisa m akibat gempa arah x .....	68
Tabel	4.12	Analisa m akibat gempa arah y .....	47
Tabel	4.13	Tabel Koefisien Susut Post Tension .....	104
Tabel	4.14	Nilai momen yang diakibatkan oleh gempa .....	117
Tabel	4.15	Nilai momen yang diakibatkan oleh gempa .....	123

# PERENCANAAN BEAM-COLOUM JOINT DENGAN MENGUNAKAN METODE BETON PRATEGANG PARTIAL GEDUNG PERKANTORAN BPR JATIM OLEH :

FRANSISKUS X E LIE  
0953210064

## ABSTRAK

Dalam tugas akhir ini, penulis mencoba mendisain balok beton prategang pada bangunan gedung BPR Bank Jatim yang awalnya menggunakan balok beton bertulang biasa pada ruangan lantai 6 yang digunakan sebagai ruangan pertemuan, dengan digunakannya balok prategang diharapkan bisa bertambah luas space ruangnya karena menghilangkan kolom di tengah-tengah ruangan pada lantai tersebut. Adapun perubahan panjang bentang bangunan, yang awal mulanya bentang dari panjang 10,5 meter menjadi 15 meter dan balok induk beton bertulang yang berukuran 3 meter menjadi balok prategang dengan bentang 15 meter.

Metode yang digunakan untuk mendisain beton prategang ini adalah metode prategang sebagian. Dalam metode ini tulangan lunak yang digunakan dalam mendisain balok prategang ikut diperhitungkan untuk menahan momen akibat gaya lateral gempa yang terjadi pada bangunan yang sesuai dengan peraturan ACI 2008. Dengan asumsi, bahwa tendon hanya menerima gaya gempa sebesar 25% saja, sedangkan 75% dari gaya gempa yang terjadi akan dilimpahkan pada baja tulangan lunak. Adapun program bantu tambahan yang digunakan untuk mempermudah perhitungan struktur dalam laporan tugas akhir ini yaitu program ETABS Nonlinear Version 9.7.1.

Dan setelah dilakukan perhitungan, maka dibutuhkan 1 selongsong tendon yang berisi 9 buah strand dengan diameter 15,2 mm. Untuk mendukung metode prestress partial dibutuhkan tulangan lunak tarik sebanyak 6D20 dan tulangan tekan 3D20 pada daerah tekan pada daerah tumpuan. Sedangkan tulangan lunak tarik sebanyak 3D20 dan tulangan lunak tekan sebanyak 3D20 pada daerah lapangan. Untuk tulangan geser balok digunakan tulangan 8-100 pada daerah tumpuan, sedangkan 8-250 pada daerah lapangan. Pada kolom direncanakan dimensi 600 x 600 dan dibutuhkan tulangan longitudinal sebanyak 20D28. Dan tulangan transverse dengan tulangan 8-150. Sedangkan pada pertemuan hubungan balok kolom, digunakan sengkang 8-150.

Kata kunci : beton pratekan, metode pratekan sebagian.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dewasa ini penggunaan dari beton prategang telah banyak digunakan dalam pembangunan gedung-gedung bertingkat, bahkan gedung pencakar langit. Beton prategang yang saat ini sering kita gunakan merupakan hasil penelitian yang dilakukan oleh para insinyur dan ilmuwan dalam bidang teknik sipil selama kurun waktu tertentu. Di samping itu, beton prategang mempunyai kelebihan dibandingkan dengan beton bertulang biasa, antara lain dapat menghemat dimensi struktur yang direncanakan sehingga pemanfaatan ruangan lebih optimal dan dengan kekuatan yang sama atau malah lebih tinggi dari beton bertulang biasa.

Beton prategang merupakan kombinasi beton mutu tinggi dan baja mutu tinggi yang kemudian diangkurkan pada beton. Dipilihnya beton mutu tinggi dalam perencanaan agar tidak hancur ketika menerima gaya prategang dan dipilihnya baja mutu tinggi agar baja mampu menerima gaya tarik akibat gaya prategang dan gaya luar yang disebabkan oleh beban hidup. Dengan dilakukan penarikan pada baja diharapkan baja dapat digunakan dengan efektif. Apabila baja tidak dilakukan penarikan atau hanya dipasang seperti penulangan biasa akan mengakibatkan retak pada daerah tarik. Hal ini tentunya tidak diinginkan.

Karena keuntungan dari beton prategang diatas, maka balok beton bertulang biasa gedung BPR Bank Jatim pada lantai 6 akan diganti menjadi balok beton prategang partial. Dan lebar dari bangunan BPR BANK JATIM juga dimodifikasi dari yang awalnya hanya mempunyai lebar 10,5 meter menjadi 15 meter.

Penggantian dari balok beton bertulang biasa ke balok beton prategang partial disebabkan fungsi ruangan tersebut sebagai ruangan pertemuan. Sehingga alangkah baiknya bila tidak ada kolom di tengah-tengah ruangan tersebut. Dan akibat dari pengurangan dari kolom adalah bertambahnya dimensi pada balok beton bertulang biasa, karena besarnya beban akan secara langsung diterima oleh balok tanpa ada bantuan kolom, yang awal mulanya dipakai untuk menerima beban pada titik tersebut. Karena bertambahnya dimensi dari struktur balok tersebut, maka space tinggi ruangan akan berkurang. Maka dari itu dicoba menggunakan balok prategang partial yang bisa didisain dengan penampang yang lebih ramping dari balok beton biasa. Sistem atau metode yang akan digunakan dalam perencanaan balok beton prategang ini adalah metode beton prategang partial atau sebagian. Selain mendesain balok beton prategang partial, dalam tugas akhir ini akan membahas tentang hubungan balok kolom yang terjadi antara balok beton prategang dengan metode partial dan kolom beton bertulang biasa.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakan diatas, bisa diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana desain balok beton prategang partial agar mampu menahan beban pada bangunan.
2. Bagaimana desain hubungan balok kolom dari balok beton prategang dengan metode partial dan kolom beton bertulang yang akan memenuhi agar mampu menahan gaya gempa lateral dan gaya gravitasi yang bekerja pada gedung.

3. Bagaimana menganalisis struktur pratekan pada balok dengan beban gempa lateral sesuai dengan peraturan ACI pasal 21 yang hanya menganjurkan bahwa balok pratekan partial hanya boleh menerima gaya lateral gempa paling besar 25% dari gaya gempa yang terjadi.

### 1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari perencanaan ini adalah :

1. Dapat mengetahui desain balok beton prategang partial yang mampu menahan beban pada struktur bangunan.
2. Dapat mengetahui desain dari hubungan balok kolom dari balok beton pretegang partial dengan metode partial dan kolom beton bertulang biasa yang mampu menahan gaya lateral dan gaya gravitasi yang bekerja pada gedung.
3. Dapat mengetahui analisis struktur pratekan pada balok dengan beban gempa lateral.

### 1.4. Ruang Lingkup

Masalah-masalah yang akan dibahas pada proposal ini meliputi :

1. Tidak menghitung pondasi tiang pancang.
2. Beban-beban yang dihitung adalah beban mati, hidup dan gempa lateral.
3. Menghitung penampang balok beton prategang partial pada lantai 6.
4. Menghitung gaya geser yang terjadi pada sambungan hubungan balok kolom.
5. Menghitung kolom.
6. Medesain hubungan balok beton prategang dengan metode partial dan kolom beton bertulang biasa.



## 7. Perencanaan balok prategang partial hanya pada lantai 6.

### 1.5. Lokasi

