



**RASIO PRATEGANG PARSIAL (PPR) MINIMUM BERDASARKAN
KONTROL LEBAR RETAK PADA BALOK LENTUR BETON
PRATEGANG PARSIAL PASCA TARIK**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

SYAIFUL ASHARI
55719110057

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2023**



**RASIO PRATEGANG PARSIAL (PPR) MINIMUM BERDASARKAN
KONTROL LEBAR RETAK PADA BALOK LENTUR BETON
PRATEGANG PARSIAL PASCA TARIK**

TESIS

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Studi Magister Teknik Sipil**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
SYAIFUL ASHARI
55719110057

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Rasio Prategang Parsial (PPR) Minimum Berdasarkan Kontrol Lebar Retak Pada Balok Lentur Beton Prategang Parsial Pasca Tarik

Bentuk Tesis : Penelitian/Kajian Masalah Konstruksi

Nama : Syaiful Ashari

NIM : 55719110057

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Tanggal : 02 Agustus 2023

Mengesahkan

Pembimbing



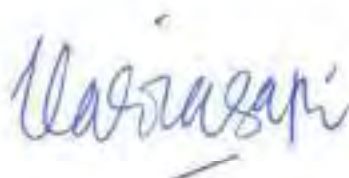
(Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, MS)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi

Magister Teknik Sipil



(Dr. Ir. Zalfa Fitri Ikatrinasari, MT)



(Dr. Ir. Mawardi Amri, MT)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : **Rasio Prategang Parsial (PPR) Minimum Berdasarkan Kontrol Lebar Retak Pada Balok Lentur Beton Prategang Parsial Pasca Tarik**
Nama : Syaiful Ashari
NIM : 55719110057
Program Studi : Magister Teknik Sipil
Tanggal : 02 Agustus 2023

Merupakan hasil penelitian dan merupakan karya saya sendiri dengan bimbingan Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Program Studi Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahan data yang disajikan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, Agustus 2023



Syaiful Ashari

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh :

Nama : Syaiful Ashari
NIM : 55719110057
Program Studi : Magister Teknik Sipil

Dengan Judul " Rasio Prategang Parsial (PPR) Minimum Berdasarkan Kontrol Lebar Retak Pada Balok Lentur Beton Prategang Parsial Pasca Tarik" telah dilakukan pengecekan cek similarity dengan system Turnitin pada tanggal 17 Juli 2023, didapatkan nilai presentasi sebesar 24 %.



UNIVERSITAS Jakarta, 02 Agustus 2023
MERCU BUANA Administrator Turnitin

(Miyono, S.Kom)

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT serta atas segala rahmat dan karunia-Nya pada penulis, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tesis yang berjudul **“Rasio Prategang Parsial (PPR) Minimum Berdasarkan Kontrol Lebar Retak Pada Balok Lentur Beton Prategang Parsial Pasca Tarik “**

Tesis ini ditulis dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik Sipil pada Program Studi Magister Teknik Sipil di Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana Jakarta. Penulis menyadari bahwa Tesis ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang secara langsung dan tidak langsung memberikan kontribusi dalam penyelesaian karya ilmiah ini. Secara khusus pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, MS, sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama penyusunan Tesis ini dari awal hingga Tesis ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Pariatmono, M.Sc. Ph.D , selaku Penelaah pada Seminar Proposal dan Penguji pada Ujian Tesis
3. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T. selaku Ketua Prodi Magister Teknik Sipil.
4. Ibu Reni Karno Kinasih, S.T., M.T. selaku Sekretaris Prodi Magister Teknik Sipil.
5. Kedua Orangtua dan Istri serta Anak-anakku, yang memberikan banyak dukungan serta doa.
6. Seluruh dosen dan staf administrasi Program Studi Magister Teknik Sipil, termasuk rekan-rekan mahasiswa yang telah menaruh simpati dan bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini.

Kiranya hasil penulisan ini dapat memberi sumbangsih sebagai salah satu rujukan dalam perancangan beton prategang parsial di dunia teknik sipil Indonesia.

Jakarta, Agustus 2023

Syaiful Ashari

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR NOTASI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Perumusan Masalah.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Konsep Dasar Beton Prategang	5
2.2. Prategang Parsial	10
2.3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Lebar Retak	12
2.4. Lebar Retak yang Diijinkan.....	14
2.5. Penelitian Terdahulu.....	14
2.6. Kerangka Pemikiran	24

2.7. Kebaruan Penelitian.....	26
2.8. Hipotesa Penelitian.....	29
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Diagram Alir Desain Prategang Parsial Berdasarkan Metode PPR	30
3.2 Rasio Prategang Parsial (PPR)	32
3.3 Penampang Balok Beton Prategang Parsial.....	34
3.4 Retak dan Lebar Retak	41
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Data dan Asumsi Desain.....	47
4.2 Pembahasan Hasil Perhitungan	49
BAB 5 KESIMPULAN dan SARAN	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran	63
DAFTAR RUJUKAN	64
LAMPIRAN.....	66



DAFTAR NOTASI

A	: luas daerah tarik beton efektif di sekeliling 1 tulangan utama, mm ²
A_c	: luas beton pada penampang yang ditinjau, mm ²
A_{cr}	: luas penampang retak transformasi, mm ²
a	: tinggi blok tegangan persegi ekuivalen pada kondisi ultimit
A_{ps}	: luas tulangan prategang dalam daerah tarik, mm ²
A_s	: luas tulangan tarik non-prategang, mm ²
b	: lebar penampang balok beton, mm
D	: beban mati, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan beban tersebut
d_c	: selimut beton, mm
d_s	: jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tarik non-prategang, mm
d_p	: jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan prategang, mm
d_e	: jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tarik resultan, mm
E_c	: modulus elastisitas beton, MPa.
E_s	: modulus elastisitas tulangan, MPa.
e_0	: Jarak eksentrisitas baja prategang terhadap garis netral penampang, mm
f'_c	: kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa
$\sqrt{f'_c}$: nilai akar dari kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa
f'_{ci}	: kuat tekan beton pada saat pemberian prategang awal, MPa
$\sqrt{f'_{ci}}$: nilai akar dari kuat tekan beton pada keadaan prategang awal, MPa
f_{ps}	: tegangan pada tulangan prategang disaat penampang mencapai kuat nominalnya, MPa
f_{pu}	: kuat tarik tendon prategang yang disyaratkan, MPa
f_{py}	: kuat leleh tendon prategang yang disyaratkan, MPa
f_r	: modulus keruntuhan lentur beton, MPa
f_s	: tegangan baja setelah dikompresi pada kombinasi titik berat baja, MPa
f_{ns}	: tegangan pada tulangan tarik non prategang, MPa
f_{pe}	: tegangan efektif pada tulangan prategang (sesudah memperhitungkan semua kehilangan prategang yang mungkin terjadi), MPa

f_y	: kuat leleh tulangan non-prategang yang disyaratkan, MPa
h	: tinggi total penampang, mm
I_{cr}	: momen inersia penampang retak transformasi, mm ⁴
kd_e	: posisi garis netral penampang retak beton, mm
L	: beban hidup, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan beban tersebut
M_n	: momen nominal penampang, N.mm
M_{cr}	: momen tahanan retak, N.mm
M_s	: momen service maksimum yang bekerja, N.mm
PPR	: Rasio Prategang Parsial (<i>Partial Prestressing Ratio</i>)
w_{max}	: lebar retak maksimum, mm
y_{cr}	: jarak dari serat tekan ke titik berat penampang retak transformasi, mm
Z_b	: Modulus Penampang bawah atau area tarik, mm ³
β_1	: faktor yang menghubungkan tinggi blok tegangan tekan persegi ekuivalen dengan tinggi sumbu netral
ϵ_{cu}'	: regangan batas beton pada serat tekan terluar
ϵ_s	: regangan tulangan tarik
γ_p	: faktor yang memperhitungkan tipe tendon prategang = 0,55 untuk f_{py}/f_{pu}' tidak kurang dari 0,80 = 0,40 untuk f_{py}/f_{pu}' tidak kurang dari 0,85 = 0,28 untuk f_{py}/f_{pu}' tidak kurang dari 0,90
ρ	: rasio tulangan tarik non-prategang = A_s/bd
ρ_p	: rasio tulangan prategang = A_{ps}/bd_p
ϕ	: faktor reduksi kekuatan.
ω	: indeks penulangan tarik baja non prategang = $\rho f_y/f_c'$
ω_p	: indeks penulangan tarik baja non prategang = $\rho_p f_{ps}/f_c'$
ω_e	: indeks penulangan tarik baja resultan = $\omega_p + \omega$
ω_w, ω_{pw}	: indeks tulangan untuk penampang yang mempunyai flens, dihitung sebagai ω , dan ω_p , dengan b diambil sebesar lebar badan, dan luas tulangan harus sesuai dengan yang diperlukan untuk mengembangkan kuat tekan dari bagian badan saja

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Metode Pratarik (Sulistyo, 2014)	6
Gambar 2. 2 Metode Pascatarik (Sulistyo, 2014)	6
Gambar 2. 3 Kurva beban-lendutan pada balok beton prategang (Naaman, 1982)	7
Gambar 2. 4 Kurva Hubungan Beban dan Lendutan struktur Beton (Naaman, 1982)	9
Gambar 2. 5 Kerangka Pemikiran	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Desain Prategang Parsial Berdasarkan Metode PPR	32
Gambar 3. 2 Tegangan dan regangan pada kondisi ultimate	35
Gambar 3. 3 Kriteria Balok Berperilaku sebagai Penampang Persegi dan Balok -T	37
Gambar 3. 4 Kriteria Balok Berperilaku sebagai Balok -T	37
Gambar 3. 5 Grafik tahanan momen retak balok beton prategang berdasarkan nilai PPR 41	
Gambar 3. 6 Tegangan pada saat retak di penampang balok prategang	42
Gambar 3. 7 Tegangan dan regangan pada saat leleh pertama balok persegi	43
Gambar 3. 8 Tegangan dan regangan pada saat leleh pertama balok T	44
Gambar 3. 9 Lebar retak maksimum yang diobservasi pada persamaan Gergely-Lutz berdasarkan tipe baja (Gergely-Lutz, 1968)	46

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Syarat lebar retak ijin	14
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu	16
Tabel 2. 3 Kebaruan Penelitian	26
Tabel 3. 1 Nilai k_1 untuk Rumus Gergely-Lutz	46
Tabel 4. 1 Indeks Penulangan Baja dan Gaya Tarik Baja, Balok - Bentang (L) = 20 m...49	
Tabel 4. 2 Indeks Penulangan Baja dan Gaya Tarik Baja - Bentang (L) = 25 m.....49	
Tabel 4. 3 Indeks Penulangan Baja dan Gaya Tarik Baja - Bentang (L) = 30 m.....50	
Tabel 4. 4 Indeks Penulangan Baja, Balok - Bentang (L) = 20 m	51
Tabel 4. 5 Momen Penampang Balok - Bentang (L) = 25 m.....51	
Tabel 4. 3 Momen Penampang Balok - Bentang (L) = 30 m.....51	
Tabel 4. 7 Momen Penampang Balok - Bentang (L) = 20 m.....53	
Tabel 4. 8 Momen Penampang Balok - Bentang (L) = 25 m.....53	
Tabel 4. 9 Momen Penampang Balok - Bentang (L) = 30 m.....54	
Tabel 4. 10 Momen Inersia Penampang Retak, I_{cr} - Bentang (L) = 20 m.....57	
Tabel 4. 11 Momen Inersia Penampang Retak, I_{cr} - Bentang (L) = 25 m.....57	
Tabel 4. 12 Momen Inersia Penampang Retak, I_{cr} - Bentang (L) = 30 m.....57	
Tabel 4. 13 Tegangan tarik baja f_s - Bentang (L) = 20 m.....58	
Tabel 4. 14 Tegangan tarik baja f_s - Bentang (L) = 25 m.....58	
Tabel 4. 15 Tegangan tarik baja f_s - Bentang (L) = 30 m	58
Tabel 4. 16 Lebar Retak, w - Bentang (L) = 20 m.....60	
Tabel 4. 17 Lebar Retak, w - Bentang (L) = 25 m.....60	
Tabel 4. 18 Lebar Retak, w - Bentang (L) = 30 m.....60	

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Gaya Tarik Baja Prategang dan Baja Non Prategang pada kondisi Nominal...50	
Grafik 4. 2 Luas Tulangan Baja Prategang dan Baja Non Prategang52	
Grafik 4. 3 Momen pada Penampang Balok terhadap nilai PPR55	
Grafik 4. 4 Tegangan Tarik Baja pada Kondisi Retak terhadap nilai PPR59	
Grafik 4. 5 Prediksi Lebar Retak terhadap nilai PPR61	



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	: Perhitungan Balok Prategang Sistem Pasca Tarik Dengan PPR = 1.0 (Full Prestressed) - Bentang (L) = 20 M.....	66
Lampiran 2	: Perhitungan Balok Prategang Parsial Sistem Pasca Tarik Dengan PPR = 0.60 (Prategang Parsial) - Bentang (L) = 20 M.....	73
Lampiran 3	: Lembar Asistensi.....	82
Lampiran 4	: Korespondensi Publikasi Jurnal.....	85
Lampiran 5	: LOA Jurnal Publikasi.....	88

