

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

KAJIAN TEKUK TORSI DINDING GESER GEDUNG BERTINGKAT DENGAN MEMPERHITUNGAN PERAN DIAFRAGMA LANTAI

Disusun oleh :

Mukhammad Al Rasyid
L2A 003 106

Joko Purnomo
L2A 006 070

Disetujui pada :

Hari :
Tanggal :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Sri Tudjono, MT.
19530309 198103 1005

Ir. Windu Partono, MSc.
19580929 19860 2100

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. Sri Sangkawati, MS.
NIP. 19540930 198003 2001

KATA PENGANTAR

Puji syukur untuk Tuhan yang selalu menyertai dan membimbing sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Kajian Tekuk Torsi Dinding Geser Gedung Bertingkat Dengan Memperhitungkan Peran Diafragma Lantai”** ini dengan baik.

Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro dalam menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana (Strata – 1).

Pada saat penyusunan Tugas Akhir ini kami telah mendapat begitu banyak bantuan dan bimbingan baik moral maupun pikiran, sehingga selayaknyalah jika kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Sri Sangkawati, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Ir. Arif Hidayat, CES., MT., selaku Ketua Bidang Akademik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Dr. Ir. Sri Tadjono, MT., selaku dosen pembimbing I.
4. Ir. Windu Partono, MSc., selaku dosen pembimbing II.
5. Ir. Agung W, MM., MSc., PhD., selaku dosen wali 2151.
6. Ir. Sugiyanto, MEng., selaku dosen wali 2165.
7. Seluruh staf pengajaran Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
8. Perpustakaan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
9. Ayah dan ibu tersayang yang selalu mendoakan dan mendorong memberi semangat serta kakak yang senantiasa mengingatkan agar cepat terselesainya laporan ini.
10. Teman – teman angkatan 2006, untuk bantuan dan dukungan yang kalian berikan.

Kami menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat

kami harapkan. Demikian laporan ini kami buat, semoga dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Semarang, September 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GRAFIK	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR BAGAN	xi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Uraian Umum	1
1.2. Tekuk Torsi Balok Tipis	1
1.3. Peran Diafragma Lantai	2
1.4. Maksud dan Tujuan	2
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II STUDI PUSTAKA	
2.1. Torsi Pada Balok Sederhana	5
2.2. Analisis Numerik	10
2.3. Determinan Matriks Momen Kritis	10
2.4. Segmentasi Bidang Momen Konstan	11
BAB III METODOLOGI	
III.1. Uraian Umum	13
III.2. Penyusunan Fungsi Matriks Momen Kritis	14
III.3. Diagram Alir Fungsi Matriks Momen Kritis	17
III.4. Diagram Alir Determinan Matriks Bujur Sangkar	18
III.5. Diagram Alir Program Momen Kritis Konstan	21
III.6. Analisis Momen Konstan	23
III.6.1. Validasi Fungsi Momen Kritis Konstan	23

III.6.2.	Analisis Momen Kritis Balok Dengan Pegas Spiral	24
III.7.	Analisis Pengaruh Kekakuan Relatif Pegas Spiral	24
III.8.	Analisis Modeshape Balok	26
III.9.	Penyusunan Fungsi Segmentasi Bidang Momen	28
III.10.	Analisis Momen Tidak Konstan	30
III.10.1.	Validasi Fungsi Momen Tidak Konstan	30
III.10.2.	Analisis Bidang Momen Trapesium	31
III.10.3.	Analisis Bidang Momen Segitiga	31
III.11.	Analisis Momen Kritis Dinding Geser	32
III.11.1.	Fungsi Momen Lantai	32
III.11.2.	Validasi Fungsi Momen Lantai	35
III.11.3.	Program Momen Kritis Tekuk Torsi Dinding Geser	36
III.11.4.	Analisis Momen Kritis dan Beban Lateral Kritis Dinding Geser.....	38
III.11.5.	Penyederhanaan Analisis Segmen Dinding Geser	38
III.12.	Analisis Pendekatan Tekuk Euler Untuk Dinding Geser	39

BAB IV ANALISIS

IV.1.	Analisis Momen Konstan	41
IV.1.1.	Analisis Momen Konstan Tanpa Pegas Spiral	41
IV.1.2.	Analisis Momen Konstan Dengan 1 Pegas Spiral	44
IV.1.3.	Analisis Momen Konstan Dengan (n – 1) Pegas Spiral	46
IV.2.	Analisis Momen Tidak Konstan	48
IV.2.1.	Analisis Momen Tidak Konstan Tanpa Pegas Spiral	48
IV.2.2.	Analisis Momen Tidak Konstan Dengan 1 Pegas Spiral	51
IV.2.3.	Analisis Momen Tidak Konstan Dengan (n – 1) Pegas Spiral	52
IV.3.	Analisis Dinding Geser	53
IV.3.1.	Analisis Momen Kritis Dinding Geser	53
IV.3.2.	Analisis Dinding Geser Tingkat Paling Bawah	55
IV.3.3.	Analisis Pendekatan Tekuk Euler	56

BAB V PENUTUP

V.1. Kesimpulan	58
V.2. Saran	58

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

SURAT – SURAT

LEMBAR ASISTENSI

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1. Perbandingan hasil perhitungan momen kritis dengan variasi penampang	42
Tabel IV.2. Momen kritis dinding geser dengan variasi geometri	55

DAFTAR GRAFIK

Grafik IV.1. Grafik hubungan momen kritis relatif (M_{crr}) terhadap perbandingan tinggi dan lebar penampang (H_b/B_b)	43
Grafik IV.2. Grafik hubungan modeshape terhadap kekakuan relatif pegas spiral	45
Grafik IV.3. Grafik hubungan momen kritis balok terhadap variasi jumlah dan kekakuan relatif pegas spiral	47
Grafik IV.4. Grafik hubungan momen kritis trapesium balok tidak konstan tanpa pegas spiral terhadap jumlah segmen	49
Grafik IV.5. Grafik hubungan momen kritis segitiga balok tidak konstan tanpa pegas spiral terhadap jumlah segmen	49
Grafik IV.6. Perbandingan momen kritis untuk bidang momen trapesium dan segitiga	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1.	(a) Elemen balok sederhana memikul beban momen konstan M_x (b) Deformasi Balok (c) Penamaan sumbu deformasi	6
Gambar II.2.	Keseimbangan gaya – gaya dalam ayng terjadi pada balok	7
Gambar II.3.	Komponen M_x dalam arah sumbu X' , Y' , Z'	8
Gambar II.4.	Bidang momen tidak konstan pada dinding geser	11
Gambar II.5.	Segementasi bidang momen tidak konstan	12
Gambar III.1.	Balok tipis dengan satu pegas spiral pengaku	14
Gambar III.2.	Kasus untuk validasi fungsi matriks momen kritis	23
Gambar III.3.	Kasus yang digunakan untuk validasi fungsi momen kritis tidak konstan ...	30
Gambar III.4.	Kasus bidang momen trapesium	31
Gambar III.5.	Kasus bidang momen segitiga	31
Gambar III.6.	Model fungsi dinding geser	32
Gambar III.7.	Model validasi fungsi momen lantai	35
Gambar III.8.	Model program momen kritis tekuk torsi dinding geser	36
Gambar III.9.	Kasus analisis penyederhanaan segmen dinding geser	39
Gambar III.10.	Kasus yang digunakan untuk pendekatan tekuk Euler	39
Gambar III.11.	Tegangan normal yang terjadi pada segmen dinding geser	40
Gambar IV.1.	Kasus balok tipis momen konstan tanpa pegas spiral	41
Gambar IV.2.	Kasus balok tipis momen konstan dengan 1 pegas spiral	44
Gambar IV.3.	Kasus balok tipis momen konstan dengan $(n - 1)$ pegas spiral	46
Gambar IV.4.	Kasus balok tipis momen tidak konstan tanpa pegas spiral	48
Gambar IV.5.	Kasus balok tipis momen tidak konstan dengan 1 pegas spiral	51
Gambar IV.6.	Kasus balok tipis momen tidak konstan dengan $(n - 1)$ pegas spiral	52
Gambar IV.7.	Kasus analisis momen kritis dinding geser	53
Gambar IV.8.	Kaidah pengambilan pias kolom Euler	56

DAFTAR BAGAN

Bagan III.1.	Diagram alir metodologi	13
Bagan III.2.	Diagram alir matriks momen kritis	17
Bagan III.3.	Diagram alir determinan matriks bujur sangkar	19
Bagan III.4.	Diagram alir umum program momen kritis konstan	21
Bagan III.5.	Diagram alir program momen kritis konstan	22
Bagan III.6.	Diagram alir analisis momen kritis balok dengan variasi jumlah pegas spiral	24
Bagan III.7.	Diagram alir analisis momen kritis balok dengan variasi kekakuan pegas spiral	25
Bagan III.8.	Diagram alir iterasi kekakuan relatif pegas spiral	26
Bagan III.9.	Diagram alir analisis modeshape balok	27
Bagan III.10.	Diagram alir iterasi konstanta momen kritis, k	28
Bagan III.11.	Diagram alir program momen kritis tidak konstan	29
Bagan III.12.	Diagram alir fungsi momen lantai dinding geser	34
Bagan III.13.	Diagram alir program momen kritis tekuk torsi dinding geser	37

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

A	Konstanta integrasi untuk balok tunggal.
$A_1, A_2, \dots A_n$	Konstanta integrasi ke $-1, 2, \dots n$ untuk balok tersegmentasi.
B	Konstanta integrasi untuk balok tunggal.
$B_1, B_2, \dots B_n$	Konstanta integrasi ke $-1, 2, \dots n$ untuk balok tersegmentasi.
Bb	Lebar penampang balok tipis.
β	Rotasi/deformasi arah sumbu Z.
$\beta_1, \beta_2, \dots \beta_n$	rotasi/deformasi arah sumbu Z pada segmen ke $-1, 2, \dots n$.
$\beta_{ka i}$	Rotasi sebelah kanan titik ke $-i$.
$\beta_{ki i}$	Rotasi sebelah kiri titik ke $-i$.
BARIS	Identitas baris elemen terbesar.
BESAR	Elemen terbesar dalam matriks momen kritis.
CC	Variabel identitas segmen.
CL	Konstanta cossinus untuk momen konstan.
$CL_1, CL_2, \dots CL_i$	Konstantan cossinus untuk segmen ke $-1, 2, \dots i$.
D1	Determinan matriks momen kritis pada iterasi $(i - 1)$.
D2	Determinan matriks momen kritis pada iterasi ke $-i$.
$d^2\beta/dz^2$	Turunan kedua fungsi rotasi β terhadap z.
d^2u/dz^2	Turunan kedua fungsi deformasi u terhadap z.
DD1	Kemiringan kurva determinan pada iterasi ke $(i - 1)$.
DD2	Keimiringan kurva determinan pada iterasi ke $-i$.
dL	Panjang segmen balok.
E	Modulus elastisitas bahan .
eSEM	Elemen sementara untuk penukaran elemen baris maupun kolom.
G	Modulus geser bahan .
Hb	Tinggi penampang balok tipis.
Hdg	tinggi dinding geser.
HLt (i)	Tinggi tingkat antara lantai ke $-i$ dan $i + 1$.
I	momen inersia pada pendekatan tekuk Euler.
im	Momen iterasi.

iMAX	Batas atas iterasi momen kritis.
iMIN	Batas bawah iterasi momen kritis.
I _x	momen inersia terhadap sumbu X
I _y	Momen inersia terhadap sumbu Y.
I _z	Momen inersia terhadap sumbu Z.
JL _t	Jumlah lantai, termasuk lantai <i>ground</i> dan lantai atap.
JPS	Jumlah pegas spiral.
JST	Jumlah segmen total balok/dinding geser.
JSU	jumlah segmen utama balok/dinding geser.
k	Konstanta matriks momen kritis pada kasus momen konstan im/KMCR.
k (i)	Konstanta matriks momen kritis pada kasus momen tidak konstan.
KMCR	Konstanta matriks momen kritis eksak, persamaan (II.16).
KOLOM	Identitas kolom elemen terbesar.
KPS	Kekakuan pegas spiral.
KR	Kekakuan relatif pegas spiral.
KRR	Kekakuan relatif pegas spiral iterasi.
L ₁ , L ₂ , ... L _n	Panjang segmen utama balok.
l	Panjang balok tipis pada persamaan integrasi.
L _b	Bentang balok tipis.
L _{dg}	Panjang dinding geser.
L _k	Panjang efektif tekuk .
M (i, j)	Elemen matriks momen kritis pada baris i kolom j.
M _{cre}	Momen kritis eksak, persamaan (II.16).
[M]	Matriks momen kritis.
MA	Momen apit depan.
MB	Momen apit belakang.
M _{cr}	Momen kritis balok.
M _{ka}	Momen ujung kanan balok.
M _{ki}	Momen ujung kiri balok.
ML _t (i)	Momen pada lantai ke – i, dihitung dari bawah.
M _x	Momen ujung balok tipis pada arah sumbu X.
M _x '	Komponen momen M _x pada arah sumbu X'.

$M_{y'}$	Komponen momen M_x pada arah sumbu Y' .
$M_{z'}$	Komponen momen M_x pada arah sumbu Z' .
n	Medan tekuk.
OM	Orde matriks momen kritis.
P	Indikator puncak kurva determinan.
π	Konstanta Phi.
$\phi_1, \phi_2, \dots \phi_i$	Perubahan rotasi pada titik ke $- 1, 2, \dots i$
PIAS	Pias/ketelitian perhitungan iterasi momen kritis.
PKR	Pias kekakuan relatif pegas spiral (ketelitian).
$PL_t (i)$	Beban pada lantai ke $- i$.
P_{cr}	Beban kritis tekuk torsi.
P_{crE}	Beban kritis tekuk Euler.
RASIO	Konstanta untuk proses eliminasi.
RD	Perbandingan D_1/D_2 .
RDD	Perbandingan DD_1/DD_2 .
SL	Konstanta sinus untuk momen konstan.
$SL_1, SL_2, \dots SL_i$	Konstanta sinus untuk segmen ke $- 1, 2, \dots i$.
Tdg	Tebal dinding geser.
u	Deformasi arah sumbu X.
ν	Angka Poisson.
v	Deformasi arah sumbu Y.
X	Sumbu X.
X'	Sumbu X terdeformasi.
x	Jarak tinjauan momen pada bidang momen tidak konstan.
Y	Sumbu Y.
Y'	Sumbu Y terdeformasi.
y	Setengah panjang dinding geser.
Z	Sumbu Z
Z'	Sumbu Z terdeformasi
z	Jarak titik acuan persamaan solusi integrasi tekuk torsi.
$z_1, z_2, \dots z_n$	Variabel jarak pada fungsi integrasi pada segmen ke $- 1, 2, \dots n$.

DAFTAR LAMPIRAN

1. Listing Program Momen Kritis Balok Tipis	Lampiran	1
2. Listing Program Momen Kritis Dinding Geser	Lampiran	2
3. Listing Program Balok Kantilever	Lampiran	3
4. Listing Program Balok Sendi Rol	Lampiran	4
5. Data Masukan dan Keluaran Program Momen Kritis Balok Tipis	Lampiran	5
6. Data Masukan dan Keluaran Program Momen Kritis Dinding Geser	Lampiran	6
7. Data Masukan dan Keluaran Program Balok Kantilever	Lampiran	7
8. Data Masukan dan Keluaran Program Balok Sendi Rol	Lampiran	8