

TUGAS AKHIR

ANALISA PERBANDINGAN EFISIENSI SISTEM STRUKTUR PELAT-BALOK DENGAN SISTEM STRUKTUR *FLAT SLAB-DROP PANEL* PADA PROYEK JOGJA APARTMENT

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Ervan Nurfiansyah

20150110188

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2019**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ervan Nurfiansyah

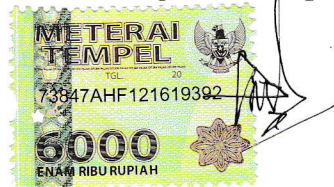
NIM : 20150110188

Judul : Analisa Perbandingan Efisiensi Sistem Struktur Pelat-Balok dengan Sistem Struktur *Flat slab-Drop* panel pada Proyek Jogja *Apartment*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 04 November 2019

Yang membuat pernyataan



Ervan Nurfiansyah

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim

Dengan Rahmat Allah yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang

Dengan ini saya persembahkan karya ini untuk kedua orang tua saya, Bapak Tukiran dan Ibu Sulastri, terimakasih atas limpahan doa, support, nasehat dan kasih sayang yang tak terhingga dan selalu memberikan yang terbaik.

Kakak saya Rendra Ferawan dan semua kerabat keluarga terima kasih atas doa dan dukungannya sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini walaupun disaat keluarga sedang mendapat cobaan.

Dosen pembimbing Yoga A. Harsoyo, S.T., M.Eng. Terima kasih telah membimbing, mengajarkan, dan memberikan arahan dengan sabar.

Teman-teman Teknik Sipil 2015 senasib, seperjuangan dan sepenanggungan, terimakasih atas gelak tawa dan solidaritas yang luar biasa sehingga membuat hari-hari semasa kuliah lebih berarti terutama teknik sipil kelas D 2015. Semoga tak ada lagi duka nestapa di dada tapi suka dan bahagia juga tawa dan canda.

Semoga Allah SWT membalas jasa budi kalian dikemudian hari dan memberikan kemudahan dalam segala hal, aamiin.

PRAKATA



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk menganalisa perbandingan efisiensi antara sistem pelat-balok dan sistem *flat slab-drop panel* yang ditinjau dari segi biaya pelaksanaan, waktu pelaksanaan, dan desain strukturnya.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Puji Harsanto, ST., MT., Ph.D
2. Yoga A. Harsoyo, S.T., M.Eng.
3. Kedua Orang Tua, kakak dan kerabat keluarga yang selalu memberikan arahan dan doa selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Sahabat-sahabat saya dan teman-teman seperjuangan saya semasa kuliah.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 4 November 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Lingkup Penelitian.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1. Penelitian Terdahulu	4
2.2. Dasar Teori	10
2.2.1. Beban Struktur	10
2.2.2. Metode Desain Langsung (<i>Direct Design Method</i>)	15
2.2.3. Sistem Struktur <i>Flat slab – Drop panel</i>	20
2.2.4. Sistem Struktur Pelat-balok	26
2.2.4. Biaya Pelaksanaan dan Waktu Pelaksanaan	32
BAB III. METODE PENELITIAN.....	34
3.1. Metodologi Penelitian.....	34
3.2. Spesifikasi Rencana Struktur.....	36
3.2. Analisis Data.....	37
3.3.1. Analisa Struktur	37
3.3.2. Analisa Biaya Pelaksanaan dan Waktu Pelaksanaan	37

3.3.3. Analisa Desain Struktur	38
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Umum	39
4.2. Perencanaan Sistem Flat-Slab dengan <i>Drop Panel</i>	40
4.2.1. Pembebanan <i>Flat Slab</i>	40
4.2.2. Perencanaan <i>Flat Slab</i>	40
4.2.3. Faktor Perbesaran (F_k) Untuk Gaya Geser Pelat Daerah Kolom ..	56
4.2.4. Perencanaan <i>Drop Panel</i>	59
4.3. Perencanaan Sistem Pelat dengan Balok	74
4.3.1. Pembebanan Pelat	74
4.3.2. Perencanaan Pelat.....	74
4.3.3. Perencanaan Balok	99
4.4. Perhitungan Biaya Pelaksanaan.....	115
4.5. Perhitungan Waktu Pelaksanaan.....	117
4.6. Analisa dari Segi Desain Struktur.....	120
4.7. Perbandingan Hasil.....	121
4.8. Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Penelitian Terdahulu	122
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	123
5.1 Kesimpulan.....	123
5.2 Saran	124
DAFTAR PUSTAKA	125
LAMPIRAN.....	127

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan penelitian dengan penelitian sebelumnya.....	4
Tabel 2. 2 Berat sendiri bahan bangunan (PPURG,1987)	11
Tabel 2. 3 Bahan dan komponen gedung (PPURG,1987)	12
Tabel 2. 4 Beban hidup pada lantai gedung (PPURG,1987)	13
Tabel 2. 5 Distribusi momen total terfaktor (SNI 2847-2013)	17
Tabel 2. 6 Persentase Momen Rencana Negatif Interior	17
Tabel 2. 7 Persentase Momen Rencana Negatif Eksterior	17
Tabel 2. 8 Persentase Momen Rencana Positif	18
Tabel 2. 9 Tebal minimum pelat tanpa balok interior (SNI 2847-2013)	23
Tabel 2. 10 Lendutan izin maksimum (SNI 2847-2013)	25
Tabel 4. 1 Distribusi momen <i>flat slab</i>	43
Tabel 4. 2 Distribusi momen <i>flat slab-drop panel</i> arah melebar	43
Tabel 4. 3 Distribusi momen <i>flat slab-drop panel</i> arah memanjang	44
Tabel 4. 4 Momen nominal pelat lajur kolom arah melebar	45
Tabel 4. 5 Momen nominal pelat lajur kolom arah memanjang	45
Tabel 4. 6 Momen nominal pelat lajur tengah arah melebar.....	46
Tabel 4. 7 Momen nominal pelat lajur tengah arah memanjang.....	46
Tabel 4. 8 Perhitungan penulangan <i>flat slab-drop panel</i> arah melebar (6m).....	50
Tabel 4. 9 Rekap penulangan <i>flat slab-drop panel</i> arah melebar (6m).....	51
Tabel 4. 10 Perhitungan penulangan <i>flat slab-drop panel</i> arah memanjang (8m)	52
Tabel 4. 11 Rekap penulangan <i>flat slab-drop panel</i> arah memanjang (8m).....	53
Tabel 4. 12 Faktor kuat lebih	58
Tabel 4. 13 Distribusi momen pelat	80
Tabel 4. 14 Interpolasi faktor nilai M_e^- yang ditahan lajur kolom.....	83
Tabel 4. 15 Interpolasi faktor nilai M_i^- yang ditahan lajur kolom.....	83
Tabel 4. 16 Interpolasi faktor nilai M_m^+ yang ditahan lajur kolom.....	83
Tabel 4. 17 Interpolasi faktor nilai M_e^- yang ditahan lajur kolom.....	84
Tabel 4. 18 Interpolasi faktor nilai M_i^- yang ditahan lajur kolom.....	84
Tabel 4. 19 Interpolasi faktor nilai M_m^+ yang ditahan lajur kolom.....	84
Tabel 4. 20 Faktor momen rencana yang ditahan lajur kolom.....	84

Tabel 4. 21 Distribusi momen pelat dengan balok arah melebar	85
Tabel 4. 22 Distribusi momen pelat dengan balok arah memanjang	85
Tabel 4. 23 Momen pelat lajur kolom arah melebar	86
Tabel 4. 24 Momen pelat lajur kolom arah memanjang	87
Tabel 4. 25 Momen pelat lajur tengah arah melebar.....	87
Tabel 4. 26 Momen pelat lajur tengah arah memanjang.....	87
Tabel 4. 27 Perhitungan penulangan pelat dengan balok arah melebar (6m)	91
Tabel 4. 28 Rekap penulangan pelat arah melebar (6m).....	92
Tabel 4. 29 Perhitungan penulangan pelat dengan balok arah memanjang (8m) .	93
Tabel 4. 30 Rekap penulangan pelat arah memanjang (8m).....	94
Tabel 4. 31 Rencana beban mati (DL)	100
Tabel 4. 32 Rencana beban tambahan (ADL).....	100
Tabel 4. 33 Rencana beban hidup (LL).....	101
Tabel 4. 34 Susunan tulangan	105
Tabel 4. 35 Susunan tulangan	109
Tabel 4. 36 Pengecekan kemampuan momen balok	114
Tabel 4. 37 Pengecekan kemampuan geser balok.....	115
Tabel 4. 38 Biaya pelaksanaan sistem pelat dan balok	115
Tabel 4. 39 Biaya pelaksanaan <i>flat slab</i> dan <i>drop panel</i>	116
Tabel 4. 40 Durasi pekerjaan sistem pelat dan balok	118
Tabel 4. 41 Durasi pekerjaan sistem <i>flat slab</i> dan <i>drop panel</i>	118
Tabel 4. 42 <i>Time schedule</i> pelat-balok.....	119
Tabel 4. 43 <i>Time schedule flat slab-drop panel</i>	119
Tabel 4. 44 Perbandingan sistem <i>flat slab-drop panel</i> dengan pelat-balok	121

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Daerah tributari untuk geser pada balok (SNI 2847-2013).....	19
Gambar 2. 2 Lajur kolom dan lajur tengah	19
Gambar 2. 3 Daerah momen pada pelat dua arah	20
Gambar 2. 4 Struktur <i>Drop panel</i>	21
Gambar 2. 5 Diagram regangan dan tegangan balok	28
Gambar 2. 6 Grafik faktor reduksi (SNI 2847-2013).....	28
Gambar 3. 1 Flowchart metodologi penelitian.....	35
Gambar 4. 1 Denah rencana <i>flat slab-drop panel</i>	39
Gambar 4. 2 Denah rencana pelat-balok	39
Gambar 4. 3 Panel pelat yang direncanakan	42
Gambar 4. 4 Beban merata pada tumpuan jepit	55
Gambar 4. 5 Simulasi perhitungan faktor perbesaran (F_k) untuk geser pelat.....	57
Gambar 4. 6 Daerah kritis geser di kolom interior struktur	60
Gambar 4. 7 Daerah kritis geser di kolom eksterior struktur.....	62
Gambar 4. 8 Daerah kritis geser di kolom sudut.....	65
Gambar 4. 9 Daerah kritis geser di ujung <i>drop panel</i> interior.	67
Gambar 4. 10 Daerah kritis geser di ujung <i>drop panel</i> eksterior	69
Gambar 4. 11 Daerah kritis geser di ujung <i>drop panel</i> sudut	71
Gambar 4. 12 Panel pelat yang direncanakan	74
Gambar 4. 13 Hubungan Pelat dengan balok (SNI 2847-2018)	75
Gambar 4. 14 Penampang T hubungan pelat dengan balok.....	75
Gambar 4. 15 Penampang L hubungan pelat dan balok.....	76
Gambar 4. 16 Panel pelat yang direncanakan	79
Gambar 4. 17 Dua kondisi penampang L hubungan balok dengan pelat.....	81
Gambar 4. 18 Dua penampang T hubungan balok dengan pelat	81
Gambar 4. 19 Daerah <i>tributary</i> (SNI 2847-2013).....	98
Gambar 4. 20 Penampang kritis	98
Gambar 4. 21 Rencana pembebanan balok dengan pembebanan amplop	100
Gambar 4. 22 Grafik perbandingan biaya bekesting.....	116
Gambar 4. 23 Grafik Perbandingan biaya pembesian.....	117

Gambar 4. 24 Grafik perbandingan biaya pengecoran.....	117
Gambar 4. 25 Tinggi ruang bebas sistem <i>flat slab-drop panel</i>	120
Gambar 4. 26 Tinggi ruang bebas sistem pelat dan balok	120

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Langkah-Langka Analisis Pembebanan Dengan <i>SAP2000</i>	127
Lampiran 2 Detail Gambar Penampang Pelat Dan Balok.....	133
Lampiran 3 Detail Gambar Penampang <i>Flat slab</i> Dan <i>Drop panel</i>	136
Lampiran 4 Analisa Harga Satuan Pekerjaan.....	142
Lampiran 5 Perhitungan Volume Pekerjaan pada Pelat dan Balok	144
Lampiran 6 Perhitungan Volume Pekerjaan pada <i>Flat Slab</i> dan <i>Drop Panel</i>	154

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol	Keterangan
a_m	[-] Nilai rata-rata kekakuan balok dengan pelat untuk semua balok pada tepi-tepi dari suatu panel
a_s	[-] Koefisien untuk daerah kolom
A_v	[L ²] Luas tulangan geser tegak lurus dengan tulangan lentur tarik
b_o	[L] Keliling dari penampang kritis
d	[L] Jarak dari serat tekan beton terluar ke titik berat tulangan
D	[L] Diameter tulangan
DL	[ML ⁻³] Beban mati
E	[-] Beban gempa
E_{cb}	[ML ⁻¹ T ⁻²] Modulus elastisitas beton balok
E_{cs}	[ML ⁻¹ T ⁻²] Modulus elastisitas beton pelat
f_y	[ML ⁻¹ T ⁻²] Kuat leleh baja
L	[L] Lebar beton
L_2	[L] Panjang bentang dari pusat ke pusat dari tumpuan dalam
LL	[ML ⁻³] Beban hidup
l_n	[L] Panjang bentang bersih dalam arah memanjang
l_n	[L] Bentang bersih dalam arah momen-momen yang ditentukan dengan syarat nilai l_n tidak boleh kurang dari $0,65L_2$
L_r	[ML ⁻³] Beban hidup atap
M_o	[ML ² T ⁻²] Momen statis terfaktor total
P	[L] Panjang beton
Q_u	[ML ⁻¹ T ⁻²] Berat terfaktor total per satuan luas
R	[ML ⁻²] Beban hujan
s	[L] Jarak dari serat tekan beton terluar ke titik berat tulangan
T	[L] Tinggi/tebal beton
U	[-] Beban ultimate
V_r	[MLT ⁻²] Kuat geser tereduksi
V_u	[MLT ⁻²] Gaya geser terfaktor pada penampang yang ditinjau
W	[ML ⁻²] Beban angin
α_1	[-] Rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar pelat dalam arah l_1 .
α_2	[-] Rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar pelat dalam arah l_2
β	[-] Rasio bentang bersih dalam arah memanjang terhadap arah memendek dari pelat dua arah
β_c	[-] Rasio dari sisi panjang terhadap sisi pendek dari kolom

Singkatan :

SNI : Standar Nasional Indonesia

PPURG : Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung
PERGUB : Peraturan Gubernur