

SKRIPSI
ANALISIS PERBANDINGAN PENGARUH METODE
PEMBEBANAN LANGSUNG PADA PELAT DENGAN
SEGITIGA TRAPESIUM TERHADAP DIMENSI ELEMEN
STRUKTUR DAN BIAYA



Oleh

NI PUTU RIA ASILIA
NIM 1915124002

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI D4 MANAJEMEN PROYEK
KONSTRUKSI
2023



POLITEKNIK NEGERI BALI

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI
Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80364
Telp. (0361)701981 (hunting) Fax. 701128
Laman: www.pnb.ac.id Email: poltek@pnb.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PERBANDINGAN PENGARUH METODE PEMBEBANAN LANGSUNG PADA PELAT DENGAN SEGITIGA TRAPESIUM TERHADAP DIMENSI ELEMEN STRUKTUR DAN BIAYA

Oleh

NI PUTU RIA ASILIA
NIM 1915124002

Laporan ini diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Diploma IV Manajemen Proyek Konstruksi pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

(Ir. I Wayan Intara, MT)
NIP 196509241993031002

Bukit Jimbaran,

Pembimbing II,

(Ni Putu Indah Yuliana, S.ST.Spl., MT)
NIP 197002211995121001

Disahkan,
Politeknik Negeri Bali
Ketua Jurusan Teknik Sipil,



(Ir. I Nyoman Suardika, MT)
NIP 196510261994031001



POLITEKNIK NEGERI BALI

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI BALI

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80364

Telp. (0361)701981 (hunting) Fax. 701128

Laman: www.pnb.ac.id Email: poltek@pnb.ac.id

SURAT KETERANGAN TELAH MENYELESAIKAN SKRIPSI JURUSAN TEKNIK SIPIL

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing Skripsi Prodi DIV Manajemen
Proyek Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali menerangkan bahwa:

Nama Mahasiswa : Ni Putu Ria Asilia
NIM : 1915124002
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/D4 Manajemen Proyek Konstruksi
Judul : Analisis Perbandingan Pengaruh Metode Pembebanan
Langsung pada Pelat dengan Segitiga Trapesium terhadap
Dimensi Elemen Struktur dan Biaya

Telah dinyatakan selesai menyusun skripsi dan bisa diajukan sebagai bahan ujian
komprehensif.

Pembimbing I,

(Ir. I Wayan Intara, MT)
NIP 197002211995121001

Bukit Jimbaran,
Pembimbing II,

(Ni Putu Indah Yuliana, S.ST.Spl., MT)
NIP 196509241993031002

Disetujui,
Politeknik Negeri Bali
Ketua Jurusan Teknik Sipil



(Ir. I Nyoman Suardika, MT)
NIP 196510261994031001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Ni Putu Ria Asilia
NIM : 1915124002
Jurusan/Prodi : Teknik Sipil/D4 Manajemen Proyek Konstruksi
Tahun Akademik : 2022/2023
Judul : Analisis Perbandingan Pengaruh Metode
Pembebanan Langsung pada Pelat dengan Segitiga
Trapesium terhadap Dimensi Elemen Struktur dan
Biaya

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul di atas, benar merupakan hasil karya Asli/Original.

Demikianlah keterangan ini saya buat dan apabila ada kesalahan dikemudian hari, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan.

mbaran, 19 Juni 2023

NI Putu Ria Asilia

ANALISIS PERBANDINGAN PENGARUH METODE PEMBEBANAN LANGSUNG PADA PELAT DENGAN SEGITIGA TRAPESIUM TERHADAP DIMENSI ELEMEN STRUKTUR DAN BIAYA

Ni Putu Ria Asilia

Program Studi D-IV Manajemen Proyek Konstruksi Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten
Badung, Bali – 80364
Telp. (0361) 701981 Fax. 701128
Email: riaasilia991@gmail.com

ABSTRAK

Faktor terbesar penyebab kegagalan konstruksi adalah faktor manusia akibat kesalahan pembebanan. Dalam penelitian ini dibahas perbandingan sistem struktur diafragma pelat yang menggunakan metode pembebanan langsung pada pelat dengan sistem struktur *open frame* yang menggunakan metode pembebanan segitiga trapesium. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh metode pembebanan langsung pada pelat dan metode pembebanan segitiga trapesium terhadap dimensi elemen struktur dan biaya yang dibutuhkan.

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif analitik yang menggunakan data kuantitatif. Analisis data menggunakan *sample* Gedung Wing Utara Rumah Sakit Umum Daerah Payangan yang merupakan gedung rumah sakit 5 lantai dengan menggunakan bantuan *software* analisis struktur SAP2000 versi 22.

Dari hasil analisis data, struktur dengan metode pembebanan langsung pada pelat hanya mengalami *over stress* pada balok B12, sedangkan struktur dengan metode pembebanan segitiga trapesium mengalami *over stress* pada balok B8, balok B3, balok B7, balok B11, balok TB3, balok B2, balok TB2, balok TB1, dan balok B12, serta mengalami pengurangan ketebalan pada pelat. Dari hasil analisis biaya diperoleh bahwa struktur dengan metode pembebanan langsung pada pelat membutuhkan biaya 0,13% lebih mahal dibandingkan metode pembebanan segitiga trapesium.

Kata Kunci: Beban Langsung pada Pelat, Beban Segitiga Trapesium, Elemen Struktur, Manajemen Biaya

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTS OF DIRECT LOAD
METHOD ON SLAB WITH TRAPEZOIDAL TRIANGLE ON THE
DIMENSION OF STRUCTURAL ELEMENTS AND COST**

Ni Putu Ria Asilia

*D-IV Study Program on Construction Project Management, Civil Engineering
Department, Bali State Polytechnic, Bukit Jimbaran Campus Street, South Kuta,
Badung Regency, Bali – 80364
Phone (0361) 701981 Fax. 701128
Email: riaasilia991@gmail.com*

ABSTRACT

The biggest factor causing construction failure is the human factor due to loading errors. This study explaining a comparison of slab diaphragm structure system using direct load method on slab with open frame structure system using trapezoidal triangle load method. The purpose of this study was to determine the effects of direct load method on slab and trapezoidal triangle load method on the dimension of structural elements and cost required.

This type of study is analytical descriptive study that uses quantitative data. Data analysis was using North Wing Building of Payangan Regional General Hospital as a sample which is a 5-level hospital building using structural analysis software, SAP2000 version 22.

From the results of data analysis, structure with direct load method on slab only have over stress on beam B12, while structure with trapezoidal triangle load method have over stress on beam B8, beam B3, beam B7, beam B11, beam TB3, beam B2, beam TB2, beam TB1, and beam B12, also reduced the thickness of the slab. From the results of the cost analysis, the structure with the direct load method on the slab requires a cost of 0.13% more expensive than the trapezoidal triangle load method.

Keywords: *Direct Load on Slab, Trapezoidal Triangle Load, Structural Element, Cost Management*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Kuasa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya skripsi dengan judul “Analisis Perbandingan Pengaruh Metode Pembebanan Langsung pada Pelat dengan Segitiga Trapesium terhadap Dimensi Elemen Struktur dan Biaya” ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya. Selama pembuatan dan penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan petunjuk, bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Nyoman Suardika, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
3. Ibu Dr. Ir. Putu Hermawati, MT., selaku Ketua Program Studi D4 Manajemen Proyek Konstruksi.
4. Bapak Ir. I Wayan Intara, MT., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing serta memberikan masukan dan arahan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Ni Putu Indah Yuliana, S.ST.Spl., MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing serta memberikan masukan dan arahan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
6. Keluarga tercinta, Bapak I Nyoman Subandia, Ibu Ni Wayan Karsini, dan adik-adik penulis, yaitu Ni Kadek Sita Ayu Suwari dan Ni Ketut Divya Sakachaitra yang telah memberikan dukungan, cinta, dan doa yang menjadi kekuatan terbesar penulis untuk terus belajar dan semangat dalam menyusun skripsi ini.
7. Made Adi Wiadnyana selaku *partner* penulis yang memberikan semangat dan dukungan penuh kepada penulis serta telah meluangkan tenaga, waktu, dan pikiran untuk membantu penulis dalam menyelesaikan permasalahan dalam penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman kelas 8B D4 MPK khususnya Purni, Eka, Mimi, Rere, dan Maya yang selalu memberikan semangat dan dukungan lewat canda dan tawa.

9. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for just being me at all times.*

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

Jimbaran, Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
SURAT KETERANGAN TELAH MENYELESAIKAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Balok	5
2.2 Perilaku Balok	5
2.2.1 Lendutan	5
2.2.2 Retakan	6
2.3 Pelat	10
2.3.1 Pelat Satu Arah	10
2.3.2 Pelat Dua Arah.....	10
2.4 Kolom.....	10
2.5 Pembebanan.....	11
2.5.1 Beban Mati.....	11
2.5.2 Beban Hidup	14
2.5.3 Beban Angin	16
2.5.4 Beban Air Hujan	17
2.5.5 Beban Gempa.....	18
2.6 Periode Getar Struktur.....	23
2.7 Simpangan Struktur	25

2.8 Kombinasi Pembebanan	26
2.9 Metode Pembebanan	27
2.9.1 Metode Pembebanan Langsung pada Pelat	28
2.9.2 Metode Pembebanan Segitiga Trapesium.....	29
2.10 SAP2000.....	30
2.11 Manajemen Biaya.....	31
BAB III METODOLOGI	
3.1 Rancangan Penelitian	33
3.2 Lokasi dan Waktu.....	33
3.2.1 Lokasi	33
3.2.2 Waktu.....	34
3.3 Penentuan Sumber Data	35
3.3.1 Data Primer	35
3.3.2 Data Sekunder.....	35
3.4 Pengumpulan Data.....	36
3.5 Variabel Penelitian.....	36
3.5.1 Variabel Bebas	36
3.5.2 Variabel Terikat	37
3.6 Instrumen Penelitian	37
3.7 Analisis Data.....	38
3.8 Bagan Alir Penelitian.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Gambaran Umum Proyek	43
4.2 Metode Pembebanan Langsung pada Pelat	43
4.2.1 Data Perencanaan.....	43
4.2.1.1 Data Material	44
4.2.1.2 Data <i>Soil Test</i>	44
4.2.1.3 Data Pembebanan	49
4.2.1.4 Reduksi Beban.....	57
4.2.2 Pemodelan Struktur.....	58
4.2.3 Kontrol Periode Getar Struktur.....	61
4.2.4 Kontrol Simpangan Struktur.....	62
4.2.5 Kontrol Dimensi Penampang Struktur.....	63
4.2.6 Perhitungan Tulangan	72
4.2.7 Perhitungan Daya Dukung Pondasi	74
4.2.8 Analisis Biaya.....	79

4.3 Metode Pembebanan Segitiga Trapesium	93
4.3.1 Data Perencanaan.....	93
4.3.1.1 Data Material	93
4.3.1.2 Data <i>Soil Test</i>	94
4.3.1.3 Data Pembebanan	94
4.3.1.4 Reduksi Beban.....	108
4.3.2 Pemodelan Struktur.....	108
4.3.3 Kontrol Periode Getar Struktur.....	111
4.3.4 Kontrol Simpangan Struktur.....	112
4.3.5 Kontrol Dimensi Penampang Struktur.....	113
4.3.6 Perhitungan Tulangan	122
4.3.7 Perhitungan Daya Dukung Pondasi	153
4.3.8 Analisis Biaya	158
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan.....	171
5.2 Saran	172
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beban mati desain minimum.....	12
Tabel 2.2 Beban hidup terdistribusi langsung pada pelat minimum, L_0 , dan beban hidup terpusat minimum	15
Tabel 2.3 Kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa	19
Tabel 2.4 Faktor keutamaan gempa	20
Tabel 2.5 Klasifikasi situs	21
Tabel 2.6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek	22
Tabel 2.7 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik.....	22
Tabel 2.8 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik	23
Tabel 2.9 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	24
Tabel 2.10 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	24
Tabel 3.1 <i>Gantt chart</i> waktu penelitian.....	34
Tabel 4.1 Daya dukung tanah berdasarkan tes sondir pada titik S1.....	45
Tabel 4.2 Daya dukung tanah berdasarkan tes sondir pada titik S2.....	46
Tabel 4.3 Daya dukung tanah berdasarkan tes sondir pada titik S3.....	46
Tabel 4.4 Daya dukung pondasi telapak berdasarkan hasil uji SPT untuk pondasi dengan lebar $\leq 1,2$ m.....	46
Tabel 4.5 Daya dukung pondasi telapak berdasarkan hasil uji SPT untuk pondasi dengan lebar $> 1,2$ m.....	47
Tabel 4.6 Daya dukung pondasi tiang berdasarkan hasil uji sondir pada titik S1	47
Tabel 4.7 Daya dukung pondasi tiang berdasarkan hasil uji sondir pada titik S2	48
Tabel 4.8 Daya dukung pondasi tiang berdasarkan hasil uji sondir pada titik S3	48
Tabel 4.9 Kedalaman tanah keras dan muka air tanah rata-rata	48
Tabel 4.10 Daya dukung tanah untuk pondasi telapak lebar $\leq 1,2$ m	49
Tabel 4.11 Daya dukung <i>bore pile</i> diameter 30 cm	49
Tabel 4.12 Rekap besaran beban mati struktur	52
Tabel 4.13 Besaran beban hidup struktur.....	53
Tabel 4.14 Simpangan antar tingkat izin (Δ_a)	62
Tabel 4.15 Simpangan akibat gempa arah X	63
Tabel 4.16 Simpangan akibat gempa arah Y	63
Tabel 4.17 Nilai <i>drift ratio</i> gempa arah X dan Y.....	63

Tabel 4.18 Hasil <i>concrete design beam summary data</i>	71
Tabel 4.19 Hasil <i>concrete design column summary data</i>	71
Tabel 4.20 Pembesaran dimensi balok.....	72
Tabel 4.21 Luas tulangan maksimum balok B12.....	72
Tabel 4.22 Perhitungan volume pembesian balok B12.....	80
Tabel 4.23 Rekap perhitungan volume pembesian balok	81
Tabel 4.24 Rekap perhitungan volume bekisting balok.....	82
Tabel 4.25 Rekap perhitungan volume beton balok.....	83
Tabel 4.26 Perhitungan volume pembesian kolom C1	84
Tabel 4.27 Rekap perhitungan volume pembesian kolom.....	84
Tabel 4.28 Rekap perhitungan volume bekisting kolom	85
Tabel 4.29 Rekap perhitungan volume beton kolom	85
Tabel 4.30 Perhitungan volume pembesian pondasi P1.....	86
Tabel 4.31 Rekap perhitungan volume pembesian pondasi <i>pile cap</i>	87
Tabel 4.32 Rekap perhitungan volume bekisting pondasi <i>pile cap</i>	87
Tabel 4.33 Rekap perhitungan volume beton pondasi <i>pile cap</i>	88
Tabel 4.34 Rekap perhitungan volume pembesian pelat	89
Tabel 4.35 Rekap perhitungan volume bekisting pelat.....	90
Tabel 4.36 Rekap perhitungan volume beton pelat.....	91
Tabel 4.37 Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	92
Tabel 4.38 Besaran beban mati trapesium lantai <i>basement</i>	98
Tabel 4.39 Besaran beban mati segitiga lantai <i>basement</i>	98
Tabel 4.40 Besaran beban mati trapesium lantai 1	99
Tabel 4.41 Besaran beban mati segitiga lantai 1	99
Tabel 4.42 Besaran beban mati trapesium lantai 2	99
Tabel 4.43 Besaran beban mati segitiga lantai 2.....	100
Tabel 4.44 Besaran beban mati trapesium lantai 3	100
Tabel 4.45 Besaran beban mati segitiga lantai 3.....	100
Tabel 4.46 Besaran beban mati trapesium lantai 4	100
Tabel 4.47 Besaran beban mati segitiga lantai 4.....	101
Tabel 4.48 Besaran beban mati trapesium lantai atap.....	101
Tabel 4.49 Besaran beban mati segitiga lantai atap	101
Tabel 4.50 Besaran beban hidup trapesium lantai <i>basement</i>	102
Tabel 4.51 Besaran beban hidup segitiga lantai <i>basement</i>	102
Tabel 4.52 Besaran beban hidup trapesium lantai 1	103
Tabel 4.53 Besaran beban hidup segitiga lantai 1	103

Tabel 4.54 Besaran beban hidup trapesium lantai 2	103
Tabel 4.55 Besaran beban hidup segitiga lantai 2.....	104
Tabel 4.56 Besaran beban hidup trapesium lantai 3	104
Tabel 4.57 Besaran beban hidup segitiga lantai 3.....	104
Tabel 4.58 Besaran beban hidup trapesium lantai 4	104
Tabel 4.59 Besaran beban hidup segitiga lantai 4.....	105
Tabel 4.60 Besaran beban hidup trapesium lantai atap.....	105
Tabel 4.61 Besaran beban hidup segitiga lantai atap	105
Tabel 4.62 Simpangan akibat gempa arah X	112
Tabel 4.63 Simpangan akibat gempa arah Y	113
Tabel 4.64 Nilai <i>drift ratio</i> gempa arah X dan Y.....	113
Tabel 4.65 Hasil <i>concrete design beam summary data</i>	120
Tabel 4.66 Hasil <i>concrete design column summary data</i>	121
Tabel 4.67 Pembesaran dimensi balok.....	121
Tabel 4.68 Luas tulangan maksimum balok B8.....	122
Tabel 4.69 Luas tulangan maksimum balok B3.....	124
Tabel 4.70 Luas tulangan maksimum balok B7.....	126
Tabel 4.71 Luas tulangan maksimum balok B11.....	128
Tabel 4.72 Luas tulangan maksimum balok TB3	131
Tabel 4.73 Luas tulangan maksimum balok B2.....	133
Tabel 4.74 Luas tulangan maksimum balok TB2	135
Tabel 4.75 Luas tulangan maksimum balok TB1	138
Tabel 4.76 Luas tulangan maksimum balok B12.....	140
Tabel 4.77 Perhitungan volume pembesian balok B8.....	159
Tabel 4.78 Rekap perhitungan volume pembesian balok	159
Tabel 4.79 Rekap perhitungan volume bekisting balok.....	160
Tabel 4.80 Rekap perhitungan volume beton balok.....	161
Tabel 4.81 Perhitungan volume pembesian kolom C2	162
Tabel 4.82 Rekap perhitungan volume pembesian kolom.....	162
Tabel 4.83 Rekap perhitungan volume bekisting kolom	163
Tabel 4.84 Rekap perhitungan volume beton kolom	163
Tabel 4.85 Perhitungan volume pembesian pondasi P2.....	164
Tabel 4.86 Rekap perhitungan volume pembesian pondasi <i>pile cap</i>	165
Tabel 4.87 Rekap perhitungan volume bekisting pondasi <i>pile cap</i>	165
Tabel 4.88 Rekap perhitungan volume beton pondasi <i>pile cap</i>	166
Tabel 4.89 Rekap perhitungan volume pembesian pelat	167

Tabel 4.90 Rekap perhitungan volume bekisting pelat.....	168
Tabel 4.91 Rekap perhitungan volume beton pelat.....	169
Tabel 4.92 Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	170

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Retak geser	6
Gambar 2.2 Retak lentur	7
Gambar 2.3 Retak Tarik	7
Gambar 2.4 Retak torsi	7
Gambar 2.5 Perilaku beton bertulang pada beban kecil.....	8
Gambar 2.6 Perilaku beton bertulang pada beban sedang	9
Gambar 2.7 Perilaku beton bertulang pada beban besar	9
Gambar 2.8 Penentuan simpangan antar tingkat.....	26
Gambar 2.9 Pembagian area beban yang diterima pelat	29
Gambar 3.1 Lokasi Rumah Sakit Umum Daerah Payangan	34
Gambar 3.2 Bagan alir penelitian.....	42
Gambar 4.1 Denah dan posisi titik-titik pengujian	45
Gambar 4.2 Grafik respon spektrum.....	56
Gambar 4.3 Data nilai S_s dan S_1 tanah sedang	57
Gambar 4.4 Koefisien reduksi beban	58
Gambar 4.5 Pemodelan struktur diafragma pelat 3D.....	59
Gambar 4.6 Portal 2D sumbu x.....	59
Gambar 4.7 Portal 2D sumbu y.....	59
Gambar 4.8 Beban mati tambahan dan beban hidup pada pelat	60
Gambar 4.9 Beban tembok pada balok	61
Gambar 4.10 Diagram gaya aksial portal 3D.....	64
Gambar 4.11 Diagram gaya geser portal 3D.....	64
Gambar 4.12 Diagram gaya torsi portal 3D	65
Gambar 4.13 Diagram gaya momen portal 3D	65
Gambar 4.14 Hasil desain penulangan <i>longitudinal sloof</i>	66
Gambar 4.15 Hasil desain rasio penulangan geser <i>sloof</i>	66
Gambar 4.16 Hasil desain penulangan <i>longitudinal</i> lantai 1	66
Gambar 4.17 Hasil desain rasio penulangan geser lantai 1	66
Gambar 4.18 Hasil desain penulangan <i>longitudinal</i> lantai 2	67
Gambar 4.19 Hasil desain rasio penulangan geser lantai 2.....	67
Gambar 4.20 Hasil desain penulangan <i>longitudinal</i> lantai 3	67
Gambar 4.21 Hasil desain rasio penulangan geser lantai 3.....	67
Gambar 4.22 Hasil desain penulangan <i>longitudinal</i> lantai 4	68
Gambar 4.23 Hasil desain rasio penulangan geser lantai 4.....	68

Gambar 4.24 Hasil desain penulangan <i>longitudinal</i> ring balok.....	68
Gambar 4.25 Hasil desain rasio penulangan geser ring balok	68
Gambar 4.26 Hasil desain penulangan <i>longitudinal</i> kolom.....	69
Gambar 4.27 Hasil desain rasio penulangan geser kolom	69
Gambar 4.28 Hasil tabel desain rasio penulangan kolom	70
Gambar 4.29 Hasil tabel desain rasio penulangan balok	70
Gambar 4.30 <i>Concrete design data</i> tulangan torsi balok B12	74
Gambar 4.31 Distribusi beban pada lantai <i>basement</i>	94
Gambar 4.32 Pemodelan struktur <i>open frame</i>	109
Gambar 4.33 Portal 2D sumbu x.....	109
Gambar 4.34 Portal 2D sumbu y.....	110
Gambar 4.35 Beban tembok dan beban segitiga trapesium pada balok.....	111
Gambar 4.36 Diagram gaya aksial portal 3D.....	114
Gambar 4.37 Diagram gaya geser portal 3D.....	114
Gambar 4.38 Diagram gaya torsi portal 3D	115
Gambar 4.39 Diagram gaya momen portal 3D	115
Gambar 4.40 Hasil desain penulangan <i>longitudinal sloof</i>	116
Gambar 4.41 Hasil desain rasio penulangan geser sloof.....	116
Gambar 4.42 Hasil desain penulangan <i>longitudinal</i> lantai 1	116
Gambar 4.43 Hasil desain rasio penulangan geser lantai 1	116
Gambar 4.44 Hasil desain penulangan <i>longitudinal</i> lantai 2	117
Gambar 4.45 Hasil desain rasio penulangan geser lantai 2.....	117
Gambar 4.46 Hasil desain penulangan <i>longitudinal</i> lantai 3	117
Gambar 4.47 Hasil desain rasio penulangan geser lantai 3.....	117
Gambar 4.48 Hasil desain penulangan <i>longitudinal</i> lantai 4	118
Gambar 4.49 Hasil desain rasio penulangan geser lantai 4.....	118
Gambar 4.50 Hasil desain penulangan <i>longitudinal</i> ring balok.....	118
Gambar 4.51 Hasil desain rasio penulangan geser ring balok	118
Gambar 4.52 Hasil desain penulangan <i>longitudinal</i> kolom.....	119
Gambar 4.53 Hasil desain rasio penulangan geser kolom	119
Gambar 4.54 Hasil tabel desain rasio penulangan kolom	119
Gambar 4.55 Hasil tabel desain rasio penulangan balok	120
Gambar 4.56 <i>Concrete design data</i> tulangan torsi balok B3	125
Gambar 4.57 <i>Concrete design data</i> tulangan torsi balok B7	127
Gambar 4.58 <i>Concrete design data</i> tulangan torsi balok TB3.....	130
Gambar 4.59 <i>Concrete design data</i> tulangan torsi balok TB3.....	132

Gambar 4.60 <i>Concrete design data</i> tulangan torsi balok B2	134
Gambar 4.61 <i>Concrete design data</i> tulangan torsi balok TB2.....	137
Gambar 4.62 <i>Concrete design data</i> tulangan torsi balok TB1.....	139
Gambar 4.63 <i>Concrete design data</i> tulangan torsi balok B12	142

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hingga saat ini, industri konstruksi di Indonesia mengalami pertumbuhan yang sangat pesat. Pertumbuhan ini terlihat dari meningkatnya proyek konstruksi dari segi volume, biaya, teknologi, peraturan, serta manajemen yang semakin berkembang. Namun, di sisi lain tingkat kegagalan konstruksi yang disebabkan oleh faktor manusia masih tergolong tinggi. Riki Saputra, dkk [1] melaporkan bahwa 80% dari *projects risk in construction* disebabkan oleh faktor manusia. Selain itu, dari riset yang dilakukan di Amerika menyatakan bahwa *construction defects* sebanyak 54% disebabkan oleh faktor manusia.

Eddy Hermanto dan Frida Kristiyani [2] melalui penelitiannya menjelaskan bahwa penyebab kegagalan konstruksi salah satunya disebabkan oleh faktor manusia dalam hal kesalahan perhitungan beban sehingga mengakibatkan struktur menerima beban berlebih. Jika beban yang diterima melebihi yang direncanakan, maka akan menyebabkan terjadinya tegangan, *displacement*, atau getaran pada struktur yang berlebih, sehingga akan timbul retakan atau kehancuran pada elemen struktur balok dan kolom [3].

SNI 1727 tahun 2013 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain menjelaskan bahwa, struktur yang direncanakan harus memiliki struktur utama yang mampu menahan beban mati (termasuk berat sendiri struktur), beban hidup, beban angin, maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan tersebut dengan syarat minimum yang telah ditetapkan [4]. Dalam perencanaan pembebanan struktur gedung, umumnya terdapat 2 jenis sistem struktur yang digunakan yaitu sistem struktur diafragma pelat dan sistem struktur rangka terbuka (*open frame*). Untuk merencanakan suatu struktur bangunan perlu diketahui terlebih dahulu jenis struktur yang akan dibangun karena setiap jenis bangunan memiliki sifat dan persyaratan masing-masing. Pada penerapan di lapangan kerap kali penggunaan metode pembebanan segitiga trapesium pada sistem struktur *open frame* tanpa pelat tidak diperhitungkan dengan baik. Beban pelat yang seharusnya didistribusikan pada balok tidak diperhitungkan, sehingga

mengakibatkan besarnya beban yang direncanakan tidak sesuai dengan beban yang diterima. Hal ini tentu akan memengaruhi dimensi elemen struktur yang dihasilkan dan kemampuan elemen struktur dalam menerima beban.

Salah satu penelitian yang menggunakan sistem struktur *open frame* yaitu penelitian yang dilakukan oleh Darmansyah Tjitradi, dkk [5] tentang Perancangan Struktur Beton Bertulang. Dikarenakan menggunakan sistem struktur *open frame* maka *input* pembebanan struktur dilakukan dengan metode pembebanan segitiga dan trapesium. Sedangkan, Suirna dan Martina [6] dalam penelitiannya tentang Analisis Pembebanan Struktur Bangunan Atas Gedung Kantor Kelurahan Kampung Baru Raya Bandar Lampung menggunakan sistem struktur diafragma pelat, sehingga beban yang di-*input* berupa beban langsung pada pelat. Perbedaan metode ini tentunya akan berpengaruh pada dimensi elemen struktur yaitu balok dan kolom yang kemudian akan memengaruhi biaya yang diperlukan.

Mohammad Roy Wardana, dkk, menjelaskan dalam penelitiannya pada pembangunan Gedung Badan Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Palangka Raya bahwa, pekerjaan struktur beton yaitu pada pekerjaan balok dan kolom merupakan pekerjaan dengan biaya terbesar yang nilainya mencapai 23,26% dari total biaya keseluruhan bangunan [7]. Sehingga, selain mengutamakan faktor kekuatan, penting bagi seorang perencana struktur untuk memilih metode pembebanan yang digunakan agar biaya yang dikeluarkan menjadi lebih efisien.

Maka dari itu, akan dilakukan penelitian untuk membandingkan kedua metode pembebanan tersebut untuk mengetahui metode pembebanan yang lebih efektif dan efisien untuk digunakan dari segi dimensi elemen struktur dan biaya yang dibutuhkan. Selain dapat mengurangi tingkat kegagalan struktur akibat kesalahan perancangan pembebanan, dapat pula melakukan penghematan biaya untuk pekerjaan struktur khususnya pekerjaan struktur beton bertulang.

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan memberikan informasi kepada seluruh pihak yang melakukan perhitungan pembebanan struktur balok beton bertulang terkait efektivitas dan efisiensi kedua metode pembebanan tersebut, sehingga dapat diimplementasikan pada perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Seberapa besar pengaruh metode pembebanan langsung pada pelat terhadap dimensi elemen struktur dan biaya?
2. Seberapa besar pengaruh metode pembebanan segitiga trapesium terhadap dimensi elemen struktur dan biaya?
3. Berapa selisih kebutuhan biaya antara metode pembebanan langsung pada pelat dengan metode pembebanan segitiga trapeisum?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui besarnya pengaruh metode pembebanan langsung pada pelat terhadap dimensi elemen struktur dan biaya.
2. Untuk mengetahui besarnya pengaruh metode pembebanan segitiga trapesium terhadap dimensi elemen struktur dan biaya.
3. Untuk mengetahui selisih kebutuhan biaya antara metode pembebanan langsung pada pelat dengan metode pembebanan segitiga trapeisum.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis
 - a. Bagi dosen, dapat digunakan sebagai bahan ajar pendamping sehingga dapat digunakan sebagai tambahan informasi terkait perbandingan antara metode pembebanan langsung pada pelat dengan segitiga trapesium serta pengaruhnya terhadap dimensi elemen struktur dan biaya.
 - b. Bagi mahasiswa, diharapkan penelitian ini dapat menjadi literatur tambahan yang mudah dimengerti, sehingga dapat diterapkan pada mata kuliah Struktur Beton maupun Aplikasi Komputer Struktur (SAP2000).
 - c. Bagi peneliti, penelitian ini bermanfaat sebagai wadah untuk menerapkan ilmu-ilmu yang telah diberikan di bangku perkuliahan terkait pembebanan dan analisis struktur pada aplikasi SAP2000.

2. Manfaat Praktis

Bagi praktisi industri konstruksi, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai perbandingan pengaruh metode pembebanan langsung pada pelat dengan segitiga trapesium terhadap dimensi elemen struktur dan biaya, sehingga memiliki pertimbangan terkait metode pembebanan yang lebih efisien dan sesuai untuk diterapkan pada suatu proyek konstruksi.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. *Input* pembebanan dan analisis struktur dilakukan dengan bantuan *software* analisis struktur SAP2000 versi 22.
2. Bangunan yang di analisis adalah Gedung Wing Utara Rumah Sakit Umum Daerah Payangan yang berlokasi di Jalan Giri Kesuma, Payangan, Gianyar.
3. Pemodelan bangunan gedung hanya difokuskan pada struktur bangunan, termasuk struktur atap dan struktur tangga.
4. Analisis struktur dilakukan pada elemen struktur beton bertulang, yaitu balok, kolom, pelat, dan pondasi.
5. Analisis biaya dilakukan pada item pekerjaan balok, kolom, pelat dan pondasi meliputi: pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting, dan pekerjaan beton.
6. Perhitungan pembebanan dilakukan dengan berpedoman pada peraturan:
 - a. SNI 1727 tahun 2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
 - b. PPIUG (Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung) tahun 1983.
 - c. SNI 1726 tahun 2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan, sebagai berikut:

1. Struktur dengan metode pembebanan langsung pada pelat mengalami *Over Stress* (OS) pada balok yaitu balok B12, namun tidak mengalami *over stress* pada kolom. Karena terjadi *over stress* pada balok, maka perlu dilakukan pembesaran dimensi pada balok tersebut. Pembesaran dimensi ini memengaruhi jumlah tulangan balok dan biaya yang dibutuhkan. Pada analisis daya dukung pondasi diperoleh hasil bahwa daya dukung pondasi dengan dimensi eksisting telah memenuhi persyaratan, sehingga tidak dilakukan perubahan dimensi pondasi. Sama halnya dengan pelat, ketebalan pelat yang digunakan adalah dimensi eksisting. Maka, dengan metode pembebanan langsung pada pelat, biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan balok, kolom, pondasi, dan pelat adalah sebesar Rp21.797.949.680,00.
2. Struktur dengan metode pembebanan segitiga trapesium mengalami *over stress* pada balok, yaitu: balok B8, balok B3, balok B7, balok B11, balok TB3, balok B2, balok TB2, balok TB1, dan balok B12. Sama seperti struktur dengan metode pembebanan langsung pada pelat, pada metode pembebanan segitiga trapesium juga menggunakan dimensi eksisting untuk kolom dan pondasi karena kolom tidak mengalami *over stress* dan daya dukung pondasi memenuhi. Dikarenakan pada metode pembebanan ini pelat tidak di model, maka perlu dilakukan perhitungan ketebalan pelat berdasarkan nilai momen yang diperoleh. Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh hasil bahwa ketebalan seluruh pelat berkurang jika dibandingkan dengan dimensi eksisting. Adapun biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan balok, kolom, pondasi, dan pelat pada struktur dengan metode pembebanan segitiga trapesium adalah sebesar Rp21.770.510.095,00.
3. Selisih kebutuhan biaya antara metode pembebanan langsung pada pelat dengan metode pembebanan segitiga trapesium adalah sebesar

Rp27.439.584,00 atau dapat dikatakan struktur dengan metode pembebanan langsung pada pelat membutuhkan biaya 0,13% lebih mahal jika dibandingkan dengan metode pembebanan segitiga trapesium.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan kepada praktisi industri konstruksi dan peneliti selanjutnya, adalah sebagai berikut:

1. Bagi Praktisi Industri Konstruksi

Berdasarkan kesimpulan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa struktur dengan metode pembebanan segitiga trapesium membutuhkan biaya yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan struktur yang menggunakan metode pembebanan langsung pada pelat. Oleh karena itu, penulis berharap dalam proses perencanaan struktur khususnya pembebanan dapat lebih mempertimbangkan penggunaan metode pembebanan segitiga trapesium daripada metode pembebanan langsung pada pelat dengan tujuan penghematan biaya.

2. Bagi Peneliti Selanjutnya

Peneliti selanjutnya diharapkan mampu mengkaji dan mengembangkan kembali aspek-aspek yang diteliti, seperti: jenis bangunan, lokasi bangunan, dan sistem struktur yang digunakan. Ini bertujuan agar dapat memberikan gambaran perbandingan antara kedua metode pembebanan ini pada jenis bangunan dan sistem struktur yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Srihandayani, Susi, “Mitigasi Bencana Akibat Kegagalan Struktur”, J. Unitek, vol. 13 no. 2, pp. 25-38, Des. 2020.
- [2] Hermanto, Eddy dan Kistiyani, Frida, “Kegagalan Bangunan dari Sisi Industri Konstruksi”, J. Media Komunikasi Teknik Sipil, vol. 14 no. 1 edisi XXXIV, pp. 48-55, Feb. 2006.
- [3] Musbar, “Identifikasi Kerusakan Struktur Balok Sederhana Berdasarkan Analisis Data Modal Dinamik”, J. Portal, vol. 2 no. 2, pp. 77-93, Okt. 2010.
- [4] Badan Standarisasi Nasional, *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 1727-2013*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2013.
- [5] Saprudin, Achmad dan Chayati, Nurul, “Perbandingan Perancangan Jumlah dan Luasan Tulangan Balok dengan cara ACI dan Menggunakan Program STAAD2004”, J. Rekayasa Sipil, vol. 2 no. 1, pp. 35-49, Juni 2013.
- [6] Syahland, Suirna Juarnisa dan Silova, Martina Anggi, “Analisis Pembebanan Struktur Bangunan Atas Gedung Kantor Kelurahan Kampung Baru Raya Bandar Lampung” in Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai, 2021, pp. 77-91.
- [7] Wardana, Mohammad Roy, Waluyo, Rudi dan Simamora, Yenywaty, “Analisa Rekayasa Nilai Pekerjaan Struktur Balok dan Kolom Bangunan Gedung (Studi Kasus Badan Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Palangka Raya)”, J. Teknika, vol. 2 no. 2, pp. 101-111, Apr. 2019.
- [8] Sultan, Mufti Amir dan Djamaluddin, Rudi, “Pengaruh Rendaman Air Laut terhadap Kapasitas Rekatan GFRP-Sheet pada Balok Beton Bertulang”, J. Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil, vol. 24 no. 1, pp. 35-42, Apr. 2017.
- [9] Wicaksono, Dimas Arief, Suryanita, Reni dan Djauhari, Zulfikar, “Studi Eksperimental Balok Beton Bertulang dengan dan Tanpa Sengkang”, J. Sainstek, vol. xx no. xx, pp. 31-39, Apr. 2019.
- [10] Pala'biran, Oman Anri, Windah, Reky S dan Pandaleke, Ronny, “Perhitungan Lendutan Balok Taper Kantilever Dengan Menggunakan SAP2000”, J. Sipil Statik, vol. 7 no. 8, pp. 1039-1048, Agst. 2019.
- [11] Mustopa dan Naharuddin, “Analisis Teoretis dan Eksperimental Lendutan Batang pada Balok Segiempat dengan Variasi Tumpuan”, J. Mektek, vol. 7 no. 3, pp. 158-166, Sept. 2005.

- [12] Rokhman, Abdul, “Pengaruh Terjadinya First Crack terhadap Laju Peningkatan Momen Negatif Tumpuan pada Balok Beton”, *J. Konstruksia*, vol. 4 no. 1, pp. 1-7, Des. 2012.
- [13] Aqli, Kharimatul, Wahyuni S., Edhi dan Wisnumurti, “Pengaruh Limbah Batu Onyx Pengganti Agregat Kasar Beton terhadap Pola Retak Balok Beton Bertulang”, *J. Civil Engineering Research*, vol. 2 no. 1, pp. 33-38, Apr. 2021.
- [14] Dady, Yohanes Trian, M.D.J Sumajouw dan R.S. Windah, “Pengaruh Kuat Tekan terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang”, *J. Sipil Statik*, vol. 3 no. 5, pp. 341-350, Mei 2015.
- [15] Kembuan, Patricia, Wallah, Steenie E. dan Dapas, Servie O., “Desain Praktis Pelat Konvensional Dua Arah Beton Bertulang”, *J. Sipil Statik*, vol. 6 no. 9, pp. 706-714, Sept. 2018.
- [16] Badan Standarisasi Nasional, *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 1727-2020*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2020.
- [17] Andalas, George, Suyadi dan Husni, Hasti, “Analisis Layout Shearwall terhadap Perilaku Struktur Gedung”, *J. JRSDD*, vol. 1 no. 1, pp. 491-502, Sept. 2016
- [18] Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung, PPIUG 1983*, Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, 1981.
- [19] Purnomo, Edy, Purwanto, Edy dan Supriyadi, Agus, “Analisis Kinerja Struktur pada Gedung Bertingkat dengan Analisis Dinamik Respon Spektrum Menggunakan Software ETABS (Studi Kasus : Bangunan Hotel di Semarang)”, *J. Matriks Teknik Sipil*, pp. 569-576, Des. 2014.
- [20] Putera, Tondi Amirsyah, Faisal, Ade dan Suprayetno, “Evaluasi Perbandingan Simpangan Struktur SRPM Akibat Permodelan Struktur Yang Berbeda”, *J. Education Building*, vol. 4 no. 1, pp. 18-24, Juni 2018.
- [21] Pertiwi, Nurlita, “Penerapan Aplikasi SAP2000 pada Mata Kuliah Struktur Beton Gedung melalui Metode Pelatihan pada Mahasiswa PTSP FT UNM”, *J. Mekom*, vol. 3 no. 2, pp. 152-157, Agst. 2016.
- [22] Badan Standarisasi Nasional, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726-2019*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2019.
- [23] Nasution, Amrun dan Islam, Mukhlis, “Analisis Kolom Beton Bertulang pada Penampang Persegi Berlubang”, *J. Inersia*, vol. 11 no. 1, pp. 19-26.
- [24] Badan Standarisasi Nasional, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, SNI 2847-2013*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2013.