

**SKRIPSI**

**STUDI ANALISIS SAMBUNGAN ELASTIS PADA  
DILATASI GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN  
KETINGGIAN YANG BERBEDA**



**BEAUTI JAKFAR  
NPM : 2014410008**

**PEMBIMBING: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.**

**KO-PEMBIMBING: Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JANUARI 2018**

**SKRIPSI**

**STUDI ANALISIS SAMBUNGAN ELASTIS PADA  
DILATASI GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN  
KETINGGIAN YANG BERBEDA**



**BEAUTI JAKFAR  
NPM : 2014410008**

**PEMBIMBING: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.**

**KO-PEMBIMBING: Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JANUARI 2018**

**SKRIPSI**

**STUDI ANALISIS SAMBUNGAN ELASTIS PADA  
DILATASI GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN  
KETINGGIAN YANG BERBEDA**



**BEAUTI JAKFAR  
NPM : 2014410008**

**BANDUNG, 8 JANUARI 2018**

**KO-PEMBIMBING:**

**PEMBIMBING:**

**Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.**

**Lidya Fransisca Tjong, Ir.,M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JANUARI 2018**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Beati Jakfar

NPM : 2014410008

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **“STUDI ANALISIS SAMBUNGAN ELASTIS PADA DILATASI GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN KETINGGIAN YANG BERBEDA”** adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 8 Januari 2018



Beati Jakfar

2014410008

# **STUDI ANALISIS SAMBUNGAN ELASTIS PADA DILATASI GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN KETINGGIAN YANG BERBEDA**

**Beauti Jakfar**  
**NPM: 2014410008**

**Pembimbing: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.**  
**Ko-Pembimbing: Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
**BANDUNG**  
**JANUARI 2018**

## **ABSTRAK**

Pembangunan gedung bertingkat yang dibangun pada area terbatas menyebabkan bentuk gedung menjadi sulit untuk dibuat beraturan. Sistem struktur pada bangunan tidak beraturan sebaiknya dihindari, salah satu cara mengatasinya adalah dengan merencanakan sistem dilatasi. Sambungan antar kedua sistem struktur diperlukan untuk menutupi celah dilatasi antar struktur yang dapat berupa karet (*neoprene rubber sheet*) sehingga saat gempa terjadi, karet akan menyerap sebagian besar energi dan sisanya akan ditransfer ke elemen struktur tanpa menyebabkan kerusakan. Pemodelan dilakukan dengan menganalisis struktur terpisah serta gabungan dengan membandingkan perilaku struktur gedung dengan sambungan kaku dan struktur gedung dengan sambungan elastis. Struktur gedung dengan sambungan elastis memiliki pola ragam gerak struktur yang dominan translasi dan periode struktur yang terjadi lebih besar dibandingkan struktur dengan sambungan kaku dengan perbedaan sebesar 4,25% pada ragam gerak pertama dan 4,71% pada ragam gerak kedua. Peralihan struktur pada gedung dilatasi dengan sambungan elastis terjadi lebih besar daripada gedung dengan sambungan kaku dengan perbedaan sebesar 0,199%. Besarnya gaya geser dan momen yang terjadi pada struktur gedung dilatasi dengan sambungan kaku lebih besar sehingga luas tulangan yang diperlukan oleh struktur lebih banyak daripada struktur dengan sambungan elastis dengan perbedaan luas tulangan sebesar 23,721%. Struktur gedung dilatasi dengan sambungan kaku memiliki gaya aksial yang lebih besar daripada struktur gedung dengan sambungan elastis yaitu perbedaan sebesar 0,131% pada kolom struktur gedung 8 lantai dan 0,063% pada kolom struktur gedung 12 lantai. Hal ini menyebabkan sambungan elastis berupa karet dapat mengurangi penggunaan dimensi struktur yang besar.

Kata Kunci: Ketidakberaturan, Dilatasi, *Neoprene Rubber Sheet*

# **ANALYSIS STUDY OF ELASTIC CONSTRUCTION JOINT ON REINFORCED CONCRETE BUILDING DILATATION WITH DIFFERENT HEIGHTS**

**Beauti Jakfar**  
**NPM: 2014410008**

**Advisor: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.**  
**Co-Advisor: Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**  
**FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL**  
**ENGINEERING**  
**(Accredited by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)**  
**BANDUNG**  
**JANUARY 2018**

## **ABSTRACT**

The construction of multi-storey buildings built in restricted areas causing the shape of the building difficult to be made regular. Structural systems in irregular buildings should be avoided, one way to overcome this is to plan the dilatation system. The connection between the two structural systems is required to cover the gap of the neoprene rubber sheet so that when an earthquake occurs, the rubber will absorb most of the energy and the rest will be transferred to the structural elements without causing any structural damage. The model consist of analyzing separate and combined structures by comparing the behavior of building structures with rigid connections and building structures with elastic joints. Structures in the dilated buildings structure with the elastic have translation mode shape and structure period is larger than structure with rigid connections with the different of 4.25% in first mode shape and 4.71% in second mode shape. The displacement of structures in the dilated building structure with the elastic connection that is larger than the dilated building structure with the rigid connection occurs, the different is 0.199%. The magnitude of the shear forces and the moments on the building structure are dilated with a rigid connection greater than the structures with elastic joints so that the area of steel reinforcement bars is greater too with different 23,721%. Dilated building structures with rigid connections have larger axial force than the dilated building structure with elastic connection that is the difference of 0.131% in the 8-Story and 0.063% in the 12-Story building structure. This causes rubber elastic joints to reduce the use of large structural dimensions.

Keyword : Irregularity, Dilatation, Neoprene Rubber Sheet

## **PRAKATA**

Puji dan syukur panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya skripsi berjudul **“STUDI ANALISIS SAMBUNGAN ELASTIS PADA DILATASI GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN KETINGGIAN YANG BERBEDA”** dapat terselesaikan. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat kelulusan studi S-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses pengerjaan skripsi ini tentu ditemukan berbagai kesulitan dan hambatan. Penulis sangat berterima kasih atas kritik dan masukan, serta dorongan yang diberikan oleh berbagai pihak selama penulisan skripsi ini hingga dapat diselesaikan dengan baik. Penulis sangat berterima kasih kepada:

1. Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T., selaku dosen pembimbing yang selalu membantu dan membimbing selama proses pengerjaan skripsi ini.
2. Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc., selaku ko-pembimbing yang membantu dan membimbing selama proses pengerjaan skripsi ini.
3. Altho Sagara, S.T., M.T dan Nenny Samudra, Ir., M.T., selaku dosen penguji pada sidang skripsi ini.
4. Orangtua yang menjadi inspirasi bagi penulis dan senantiasa memberikan dukungan serta doa-doa yang dipanjatkan selama masa perkuliahan hingga penulisan skripsi ini.
5. Teman-teman seperjuangan Adi, Angelia, Benny, Erwin, Fenita, Liyans, dan Shienny yang selalu memberikan motivasi, dukungan, dan bertukar pikiran dari awal hingga akhir perkuliahan.
6. Viriya yang telah memberikan dukungan penuh dan membantu mencari sumber-sumber orang yang sudah berpengalaman mengenai pengerjaan skripsi.
7. Pak Nathan, Pak Nale, Ko Felix dan Ci Pauline yang telah membantu dalam menemukan sumber-sumber data untuk dasar teori skripsi.
8. Teman-teman Pemuda Vihara Vimala Dharma dan Keluarga Mahasiswa Buddhis Parahyangan dalam memberikan pengalaman organisasi di luar bidang akademis.

9. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2014 yang memberikan pengalaman dan semangat dalam menjalani skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna dan masih memiliki banyak kekurangan. Penulis menerima saran dan kritik yang membangun dan berharap skripsi ini dapat berguna untuk penelitian atau penerapan selanjutnya.

Bandung, 8 Januari 2018



Beauti Jakfar

2014410008



# DAFTAR ISI

PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Latar Belakang .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian .....	1-2
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-2
1.5 Metode Penelitian .....	1-5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	2-1
2.1 Sistem Struktur Bangunan .....	2-1
2.1.1 Koefisien Modifikasi Respons yang Sesuai (R).....	2-1
2.1.2 Faktor Kuat Lebih Sistem ( $\Omega_0$ ).....	2-2
2.1.3 Koefisien Amplifikasi Defleksi ( $C_d$ ) .....	2-2
2.2 Perilaku Bangunan .....	2-2
2.3 Pembebanan .....	2-3
2.3.1 Beban Mati .....	2-4
2.3.2 Beban Hidup.....	2-4
2.3.3 Beban Gempa .....	2-5
2.4 Analisis Struktur akibat Beban Gempa.....	2-6
2.4.1 Menentukan kategori risiko bangunan, KRB (I- IV).....	2-6

2.4.2	Menentukan faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ).....	2-7
2.4.3	Menentukan parameter percepatan gempa ( $S_S, S_1$ ).....	2-7
2.4.4	Menentukan klasifikasi situs (SA-SF) .....	2-8
2.4.5	Menentukan faktor amplifikasi ( $F_A, F_V$ ) .....	2-9
2.4.6	Menghitung parameter percepatan desain ( $S_{DS}, S_{D1}$ ).....	2-11
2.4.7	Menentukan kategori desain seismik, KDS (A-F) .....	2-11
2.4.8	Memilih sistem dan parameter struktur ( $R, C_d, \Omega_o$ ) .....	2-12
2.4.9	Mengevaluasi sistem struktur terkait dengan ketidakberaturan konfigurasi.....	2-15
2.4.10	Menentukan fleksibilitas diafragma (semi-kaku, kaku) .....	2-19
2.4.11	Menentukan faktor redudansi ( $\rho$ ) .....	2-20
2.4.12	Menentukan kombinasi pembebanan .....	2-22
2.4.13	Prosedur Analisis .....	2-23
2.4.14	Menghitung karakteristik masing-masing ragam meliputi perioda fundamental struktur dan berat seismik efektif .....	2-24
2.4.15	Menghitung faktor skala.....	2-26
2.4.16	Menambahkan pembesaran torsi tak terduga .....	2-26
2.4.17	Mengecek <i>drift</i> struktur .....	2-27
2.5	Dilatasi Bangunan .....	2-28
2.5.1	Jarak Siar Dilatasi .....	2-29
2.5.2	Jenis-jenis Dilatasi .....	2-30
2.6	Sambungan Elastis (Karet).....	2-33
BAB 3 METODE PENELITIAN .....		3-1
3.1	Pemodelan Struktur .....	3-1
3.1.1	Struktur Gedung Dilatasi tanpa Elemen Penghubung.....	3-3
3.1.2	Struktur Gedung Dilatasi dengan Sambungan Kaku .....	3-4

3.1.3 Struktur Gedung Dilatasi dengan Sambungan Elastis.....	3-15
3.2 Pembebanan .....	3-19
3.3 Perhitungan Jarak Siar Dilatasi .....	3-20
BAB 4 ANALISIS DATA .....	4-1
4.1 Perilaku Struktur .....	4-1
4.1.1 Respons Peralihan .....	4-1
4.1.2 Gaya Dalam .....	4-21
4.2 Detail Sambungan Elastis Dilatasi.....	4-37
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	5-1
5.1 Kesimpulan .....	5-1
5.2 Saran .....	5-1
DAFTAR PUSTAKA .....	xix
LAMPIRAN .....	1

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$A$	: luas penampang karet ( $m^2$ )
$b$	: lebar karet (m)
$C_c$	: <i>damping coefficient</i>
$C_d$	: koefisien amplifikasi defleksi
$D$	: pengaruh beban mati
$E$	: modulus <i>young</i> bahan elastomer (MPa)
$E_b$	: <i>bulk modulus of rubber</i>
$E_c$	: modulus elastisitas tekan ( $N/m^2$ )
$E_h$	: pengaruh beban gempa horizontal
$E_v$	: pengaruh beban gempa vertikal
$F_a$	: faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek
$F_v$	: faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik
$h$	: panjang karet (m)
$H_n$	: ketinggian struktur dalam (m)
$h_{sx}$	: tinggi tingkat di bawah tingkat x
$I$	: momen inersia karet ( $m^4$ )
$I_e$	: faktor keutamaan gempa
$I_r$	: <i>rotational inersia</i> ( $kgm^2$ )
$k$	: 0,85 material <i>modifying factor</i> didapat dari hasil tes eksperimen
$k_v$	: kekakuan efektif karet (N/m)
$m$	: massa karet (kg)
$\Omega_o$	: faktor kuat lebih sistem
$\rho$	: faktor redudansi
$Q_e$	: pengaruh gaya gempa horizontal dari V atau $F_p$
$R$	: koefisien modifikasi respons yang sesuai
$r$	: jari-jari girasi ( $m^2$ )
$S_i$	: faktor bentuk dari penampang karet
$\Sigma t$	: ketebalan total dari bahan elastomerik (m)

x

- $S$  : nilai kekekaran karet berdasarkan jenis karet
- $S_{DS}$  : Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek
- $S_{DI}$  : Parameter percepatan spektral desain untuk perioda 1 detik
- $S_{MS}$  : Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek
- $S_{MI}$  : Parameter spektrum respons percepatan pada perioda 1 detik
- $S_S$  : parameter respons spektral percepatan gempa terpetakan untuk perioda pendek
- $S_I$  : parameter respons spektral percepatan gempa terpetakan untuk perioda 1 detik
- $T$  : perioda fundamental struktur
- $T_a$  : perioda fundamental pendekatan
- $V$  : geser dasar prosedur gaya lateral ekuivalen
- $V_t$  : geser dasar dari kombinasi ragam yang disyaratkan
- $\delta_{max}$  : perpindahan maksimum di tingkat x (mm) yang dihitung dengan mengasumsikan  $A_x = 1(\text{mm})$
- $\delta_{avg}$  : rata-rata perpindahan di titik-titik terjauh struktur di tingkat x yang dihitung dengan mengasumsikan  $A_x = 1(\text{mm})$

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Struktur Gedung 3 Dimensi .....	1-3
Gambar 1.2 Potongan Struktur pada <i>Story</i> 1-8 .....	1-4
Gambar 1.3 Potongan Struktur pada <i>Story</i> 9-12 .....	1-4
Gambar 1.4 Potongan pada As-1 .....	1-4
Gambar 1.5 (a) Potongan pada As-A, (b) Potongan pada As-F.....	1-5
Gambar 2.1 Sketsa peralihan kedua bangunan yang berdekatan .....	2-3
Gambar 2.2 Parameter percepatan gempa $S_s$ .....	2-8
Gambar 2.3 Parameter percepatan gempa $S_1$ .....	2-8
Gambar 2.4 Diafragma Kaku .....	2-20
Gambar 2.5 Dilatasi dengan Dua Kolom .....	2-31
Gambar 2.6 Dilatasi dengan Balok Kantilever .....	2-31
Gambar 2.7 Dilatasi dengan Balok Gerber .....	2-32
Gambar 2.8 Dilatasi dengan Konsol .....	2-33
Gambar 2.9 Model penghubung elastis sebagai elemen <i>gap</i> .....	2-34
Gambar 2.10 <i>Hardness Scale</i> .....	2-35
Gambar 3.1 Letak Siar Dilatasi .....	3-1
Gambar 3.2 Potongan pada As-1 dan As-4 Struktur Dilatasi tanpa Elemen Penghubung.....	3-3
Gambar 3.3 Potongan pada As-2 dan As-3 Struktur Dilatasi tanpa Elemen Penghubung.....	3-3
Gambar 3.4 Potongan pada As-1 dan As-4 Struktur Gedung Dilatasi dengan Sambungan Kaku .....	3-4
Gambar 3.5 Potongan pada As-2 dan As-3 Struktur Gedung Dilatasi dengan Sambungan Kaku .....	3-4
Gambar 3.6 Nodal yang Ditinjau Pada Ketidakberaturan Torsional .....	3-5
Gambar 3.7 Ketidakberaturan Torsional 1a dan 1b Gempa Arah X.....	3-6
Gambar 3.8 Ketidakberaturan Torsional 1a dan 1b Gempa Arah Y .....	3-8
Gambar 3.9 Ketidakberaturan Geometri Vertikal pada Lebar Lantai.....	3-13
Gambar 3.10 Ketidakberaturan Geometri Vertikal pada Kolom .....	3-14
Gambar 3.11 Ketidakberaturan Vertikal 5a dan 5b .....	3-15

Gambar 3.12 Sketsa Dimensi Sambungan Elastis yang digunakan .....	3-16
Gambar 3.13 Potongan pada As-1 dan As-4 Struktur Gedung dengan Sambungan Elastis.....	3-16
Gambar 3.14 Potongan pada As-2 dan As-3 Struktur Gedung dengan Sambungan Elastis.....	3-17
Gambar 3.15 <i>Input Data Elemen Gap pada Neoprene Rubber Sheet</i> .....	3-18
Gambar 3.16 <i>Input Data Elemen Gap arah U1 pada Neoprene Rubber Sheet</i> ...	3-18
Gambar 3.17 Nodal yang Ditinjau pada Gedung 8 Lantai dan Gedung 12 Lantai pada Struktur Gedung Dilatasi tanpa Elemen Penghubung .....	3-21
Gambar 4.1 Ragam Gerak Pertama Struktur tanpa Elemen Penghubung .....	4-2
Gambar 4.2 <i>Plan View</i> Ragam Gerak Pertama Struktur tanpa Elemen Penghubung .....	4-2
Gambar 4.3 Ragam Gerak Kedua Struktur tanpa Elemen Penghubung.....	4-3
Gambar 4.4 <i>Plan View</i> Ragam Gerak Kedua Struktur tanpa Elemen Penghubung .....	4-3
Gambar 4.5 Ragam Gerak Ketiga Struktur tanpa Elemen Penghubung.....	4-4
Gambar 4.6 <i>Plan View</i> Ragam Gerak Ketiga Struktur tanpa Elemen Penghubung .....	4-4
Gambar 4.7 Ragam Gerak Keempat Struktur tanpa Elemen Penghubung.....	4-5
Gambar 4.8 <i>Plan View</i> Ragam Gerak Keempat Struktur tanpa Elemen Penghubung .....	4-5
Gambar 4.9 Ragam Gerak Kelima Struktur tanpa Elemen Penghubung .....	4-6
Gambar 4.10 <i>Plan View</i> Ragam Gerak Kelima Struktur tanpa Elemen Penghubung .....	4-6
Gambar 4.11 Ragam Gerak Keenam Struktur tanpa Elemen Penghubung.....	4-7
Gambar 4.12 <i>Plan View</i> Ragam Gerak Keenam Struktur tanpa Elemen Penghubung .....	4-7
Gambar 4.13 Ragam Gerak Pertama Struktur dengan Sambungan Kaku.....	4-9
Gambar 4.14 <i>Plan View</i> Ragam Gerak Pertama Struktur dengan Sambungan Kaku .....	4-9
Gambar 4.15 Ragam Gerak Kedua Struktur dengan Sambungan Kaku.....	4-10

Gambar 4.16 <i>Plan View</i> Ragam Gerak Kedua Struktur dengan Sambungan Kaku .....	4-10
Gambar 4.17 Ragam Gerak Ketiga Struktur dengan Sambungan Kaku .....	4-11
Gambar 4.18 <i>Plan View</i> Ragam Gerak Ketiga Struktur dengan Sambungan Kaku .....	4-11
Gambar 4.19 Ragam Gerak Pertama Struktur dengan Sambungan Elastis .....	4-12
Gambar 4.20 <i>Plan View</i> Ragam Gerak Pertama Struktur dengan Sambungan Elastis .....	4-12
Gambar 4.21 Ragam Gerak Kedua Struktur dengan Sambungan Elastis .....	4-13
Gambar 4.22 <i>Plan View</i> Ragam Gerak Kedua Struktur dengan Sambungan Elastis .....	4-13
Gambar 4.23 Ragam Gerak Ketiga Struktur dengan Sambungan Elastis .....	4-14
Gambar 4.24 <i>Plan View</i> Ragam Gerak Ketiga Struktur dengan Sambungan Elastis .....	4-14
Gambar 4.25 Perbandingan Perioda Struktur .....	4-15
Gambar 4.26 Pengecekan <i>Drift</i> Struktur Dilatasi tanpa Elemen Penghubung...	4-17
Gambar 4.27 Pengecekan <i>Drift</i> Struktur dengan Sambungan Kaku.....	4-18
Gambar 4.28 Pengecekan <i>Drift</i> Struktur dengan Sambungan Elastis.....	4-19
Gambar 4.29 Peralihan Struktur pada Daerah Sambungan Dilatasi .....	4-19
Gambar 4.30 Nodal yang Ditinjau pada Struktur dengan Sambungan Kaku ....	4-20
Gambar 4.31 Perbandingan Momen pada Arah X.....	4-23
Gambar 4.32 Perbandingan Momen pada Arah Y .....	4-23
Gambar 4.33 Perbandingan Gaya Geser pada Arah X.....	4-24
Gambar 4.34 Perbandingan Gaya Geser pada Arah Y.....	4-24
Gambar 4.35 Pada potongan As-1 dan As-4 (a) Luas Tulangan Balok pada Struktur dengan Sambungan Kaku, (b) Luas Tulangan Balok pada Struktur dengan Sambungan Elastis.....	4-25
Gambar 4.36 Perbandingan Luas Tulangan Balok pada Potongan As-1 dan As-4 bagian As-F dan As-G Struktur.....	4-27
Gambar 4.37 Pada potongan As-2 dan As-3 (a) Luas Tulangan Balok pada Struktur dengan Sambungan Kaku, (b) Luas Tulangan Balok pada Struktur dengan Sambungan Elastis.....	4-27



Gambar 4.38 Perbandingan Luas Tulangan Balok pada Potongan As-2 dan As-3 bagian As-F dan As-G Struktur .....	4-29
Gambar 4.39 Perbandingan Gaya Aksial Kolom pada Potongan As-1 dan As-4 pada As-F dan As-G Struktur .....	4-30
Gambar 4.40 Perbandingan Gaya Aksial Kolom pada Potongan As-2 dan As-3 bagian As-F dan As-G Struktur .....	4-31
Gambar 4.41 Kolom <i>P-M-M Interaction Ratio</i> pada potongan As-1 dan As-4 Struktur Gedung dengan Sambungan Kaku .....	4-32
Gambar 4.42 Kolom <i>P-M-M Interaction Ratio</i> pada Potongan As-2 dan As-3 Struktur Gedung dengan Sambungan Kaku .....	4-33
Gambar 4.43 Kolom <i>P-M-M Interaction Ratio</i> pada Potongan As-1 dan As-4 Struktur Gedung dengan Sambungan Elastis .....	4-33
Gambar 4.44 Kolom <i>P-M-M Interaction Ratio</i> pada Potongan As-2 dan As-3 Struktur Gedung dengan Sambungan Elastis .....	4-34
Gambar 4.45 Perbandingan Rasio <i>P-M-M</i> pada Potongan As-1 dan As-4 pada As-F dan As-G Struktur .....	4-35
Gambar 4.46 <i>Ratio P-M-M</i> pada Potongan As-1 dan As-4 pada As-F dan As-G (a) Struktur dengan Sambungan Kaku, (b) Struktur dengan Sambungan Elastis.....	4-35
Gambar 4.47 Perbandingan Rasio <i>P-M-M</i> pada Potongan As-2 dan As-3 pada As-F dan As-G Struktur .....	4-36
Gambar 4.48 <i>Ratio P-M-M</i> pada Potongan As-2 dan As-3 pada As-F dan As-G (a) Struktur dengan Sambungan Kaku, (b) Struktur dengan Sambungan Elastis.....	4-37
Gambar 4.49 Potongan Samping Detail Sambungan Elastis Dilatasi .....	4-38
Gambar 4.50 Bentuk 3 Dimensi Detail Sambungan Elastis Dilatasi .....	4-38



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beban mati bangunan .....	2-4
Tabel 2.2 Beban hidup terdistribusi merata minimum dan terpusat minimum ....	2-5
Tabel 2.3 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung .....	2-7
Tabel 2.4 Faktor keutamaan gempa.....	2-7
Tabel 2.5 Klasifikasi Situs.....	2-9
Tabel 2.6 Koefisien situs, $F_a$ .....	2-10
Tabel 2.7 Koefisien situs, $F_v$ .....	2-10
Tabel 2.8 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek.....	2-12
Tabel 2.9 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik .....	2-12
Tabel 2.10 Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk sistem penahan gaya gempa .....	2-13
Tabel 2.11 Ketidakberaturan horizontal pada struktur .....	2-15
Tabel 2.12 Ketidakberaturan vertikal pada struktur .....	2-16
Tabel 2.13 Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35 persen gaya geser dasar .....	2-21
Tabel 2.14 Prosedur analisis yang boleh digunakan .....	2-23
Tabel 2.15 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung .....	2-25
Tabel 2.16 Nilai parameter perioda pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	2-25
Tabel 2.17 Simpangan antar lantai ijin, $\Delta a a, b$ .....	2-27
Tabel 2.18 Spesifikasi <i>Neophrene Performance Molded Sheets</i> .....	2-37
Tabel 3.1 <i>Drift</i> Gempa Arah X.....	3-5
Tabel 3.2 Ketidakberaturan Torsional 1a dan 1b pada Gempa Arah X .....	3-6
Tabel 3.3 <i>Drift</i> Gempa Arah Y .....	3-7
Tabel 3.4 Ketidakberaturan Torsional 1a dan 1b pada Gempa Arah Y .....	3-7
Tabel 3.5 KTB Kekakuan Tingkat Lunak 1a pada Gempa Arah X .....	3-9
Tabel 3.6 KTB Kekakuan Tingkat Lunak 1b pada Gempa Arah X .....	3-10
Tabel 3.7 KTB Kekakuan Tingkat Lunak 1a pada Gempa Arah Y .....	3-10
Tabel 3.8 KTB Kekakuan Tingkat Lunak 1b pada Gempa Arah Y .....	3-11
Tabel 3.9 Ketidakberaturan Massa .....	3-12

Tabel 3.10 KTB Geometri Vertikal pada Lebar Lantai .....	3-12
Tabel 3.11 KTB Geometri Vertikal pada Kolom.....	3-13
Tabel 3.12 KTB Diskontinuitas Kuat Lateral Tingkat.....	3-14
Tabel 3.13 <i>Joint Displacement</i> Struktur Gedung 8 Lantai.....	3-21
Tabel 3.14 <i>Joint Displacement</i> Struktur Gedung 12 Lantai.....	3-22
Tabel 3.15 Jarak Siar Dilatasi, $\delta_{MT}$ .....	3-22
Tabel 4.1 Perioda dan Ragam Gerak pada Struktur Dilatasi tanpa Elemen Penghubung.....	4-1
Tabel 4.2 <i>Modal Participating Mass Ratio</i> Struktur Gedung Dilatasi dengan Sambungan Kaku .....	4-8
Tabel 4.3 <i>Modal Participating Mass Ratio</i> Struktur Gedung Dilatasi dengan Sambungan Elastis .....	4-8
Tabel 4.4 Perbandingan Perioda Struktur Struktur dengan Sambungan Kaku dan Struktur dengan Sambungan Elastis.....	4-15
Tabel 4.5 <i>Story Drift</i> pada Struktur Dilatasi tanpa Elemen Penghubung .....	4-16
Tabel 4.6 <i>Story Drift</i> pada Struktur Gedung dengan Sambungan Kaku .....	4-17
Tabel 4.7 <i>Story Drift</i> pada Struktur Gedung dengan Sambungan Elastis .....	4-18
Tabel 4.8 <i>Joint Displacement</i> pada Struktur dengan Sambungan Kaku .....	4-20
Tabel 4.9 <i>Joint Displacement</i> pada Struktur dengan Sambungan Elastis.....	4-20
Tabel 4.10 Perbandingan Nilai Peralihan Arah X (UX) pada Struktur dengan Sambungan Kaku dan Sambungan Elastis.....	4-21
Tabel 4.11 <i>Story Forces</i> pada Struktur Gedung dengan Sambungan Kaku.....	4-22
Tabel 4.12 <i>Story Forces</i> pada Struktur Gedung dengan Sambungan Elastis.....	4-22
Tabel 4.13 Perbandingan Gaya Geser dan Momen Struktur Balok.....	4-24
Tabel 4.14 Perbedaan Luas Tulangan Balok yang Diperlukan Pada Potongan As-1 dan As-4 bagian As-F dan As-G Struktur Gedung dengan Sambungan Kaku dan Struktur Gedung dengan Sambungan Elastis.....	4-26
Tabel 4.15 Perbedaan Luas Tulangan Balok yang Diperlukan Pada Potongan As-2 dan As-3 bagian As-F dan As-G Struktur Gedung dengan Sambungan Kaku dan Struktur Gedung dengan Sambungan Elastis.....	4-28
Tabel 4.16 Kolom <i>Forces</i> pada Potongan As-1 dan As-4 bagian As-F dan As-G Struktur Gedung .....	4-29

Tabel 4.17 Kolom <i>Forces</i> pada Potongan As-2 dan As-3 bagian As-F dan As-G Struktur Gedung.....	4-30
Tabel 4.18 <i>Ratio P-M-M</i> Kolom Potongan As-1 dan As-4 pada As-F dan As-G Daerah Sambungan Dilatasi.....	4-34
Tabel 4.19 <i>Ratio P-M-M</i> Kolom Potongan As-2 dan As-3 pada As-F dan As- G Daerah Sambungan Dilatasi.....	4-36

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Preliminary Design</i> .....	L1-1
Lampiran 2 Faktor Skala.....	L2-1
Lampiran 3 <i>Input</i> pada Elemen <i>Gaps</i> .....	L3-1
Lampiran 4 <i>Katalog</i> Karet.....	L4-1



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pembangunan infrastruktur pada kota-kota besar di Indonesia sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan manusia yang semakin meningkat. Pembangunan tersebut tidak sebanding dengan lahan yang tersedia sehingga lokasi pembangunan dilakukan berdekatan dengan lokasi pembangunan lainnya dengan area yang terbatas. Selain itu, bangunan harus direncanakan dengan sistem struktur tahan gempa mengingat sebagian besar wilayah Indonesia terletak dalam zona gempa dengan intensitas yang cukup tinggi.

Saat terjadi gempa, dua bangunan yang berdampingan akan berpotensi mengalami benturan. Benturan pada elemen struktur dapat menyebabkan keruntuhan pada bangunan akibat rusaknya elemen struktur yang terbentur. Besarnya gaya gempa yang diterima sebuah struktur dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah karakteristik struktur bangunan yaitu beban yang bekerja, bentuk bangunan, massa bangunan, dan kekakuan. Konfigurasi bangunan diharapkan mempunyai bentuk yang beraturan agar pusat massa dan pusat kekakuan berhimpit sehingga kemungkinan terjadinya deformasi menjadi kecil akibat puntir dari beban gempa.

Pembangunan gedung bertingkat seperti hotel atau apartemen yang dibangun pada area terbatas menyebabkan bentuk gedung menjadi sulit untuk dibuat beraturan. Sistem struktur pada bangunan tidak beraturan sebaiknya dihindari karena pada saat gempa terjadi, akan sulit memprediksikan besarnya peralihan struktur bangunan yang dapat menyebabkan elemen struktur saling bertabrakan dengan gedung yang berdekatan. Oleh karena itu, pembangunan gedung bertingkat yang berbentuk tidak beraturan perlu didesain khusus, salah satunya menggunakan dilatasi agar terhindar dari kerusakan elemen struktur akibat beban gempa dengan melakukan pemisahan elemen struktur menjadi bagian yang beraturan.



## 1.2 Inti Permasalahan

Dalam hal mendesain gedung tidak beraturan diperlukan dilatasi bangunan agar ketidakberaturan tersebut dijadikan bentuk yang beraturan, sederhana, simetris, dan tidak terlalu panjang dengan melakukan pemisahan struktur. Hal ini dilakukan agar pada saat terjadinya beban (gaya vertikal dan horizontal, seperti pergeseran tanah atau gempa bumi) pada bangunan tidak menimbulkan keretakan atau putusnya sistem struktur bangunan serta menghindari torsi yang berlebihan pada sistem struktur tersebut. Sambungan antar kedua sistem struktur diperlukan untuk menutupi celah atau lebar dilatasi antar struktur yang dapat berupa karet (*elastomeric rubber*) sehingga saat gempa terjadi, karet akan menyerap sebagian besar energi dan sisanya akan ditransfer ke elemen struktur tanpa menyebabkan kerusakan elemen struktur.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian skripsi adalah:

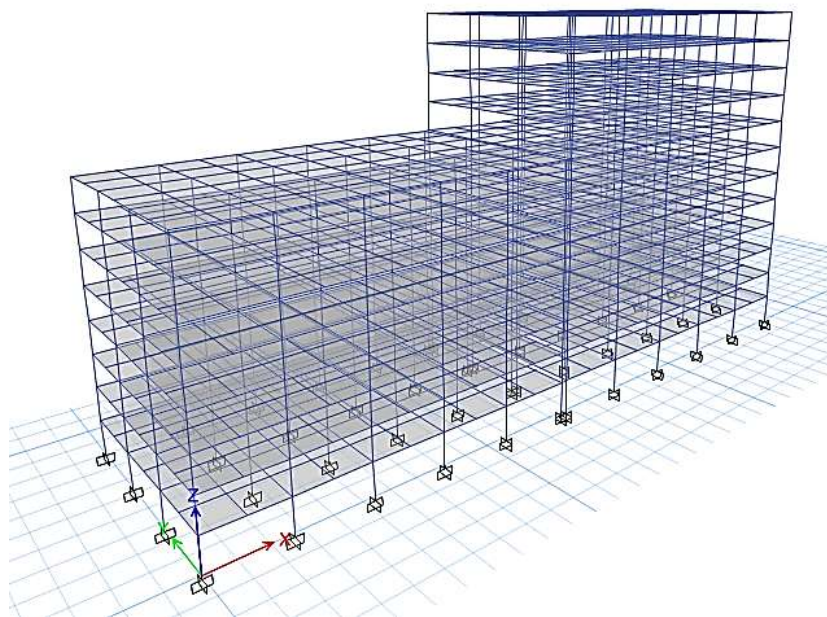
1. Menganalisis dan membandingkan struktur dilatasi dengan sambungan kaku dan struktur dilatasi dengan sambungan elastis jenis *neoprene rubber sheet* yang ditinjau berdasarkan respons peralihan dan gaya dalam.
2. Merencanakan detail sambungan elastis pada dilatasi bangunan tersebut.

## 1.4 Pembatasan Masalah

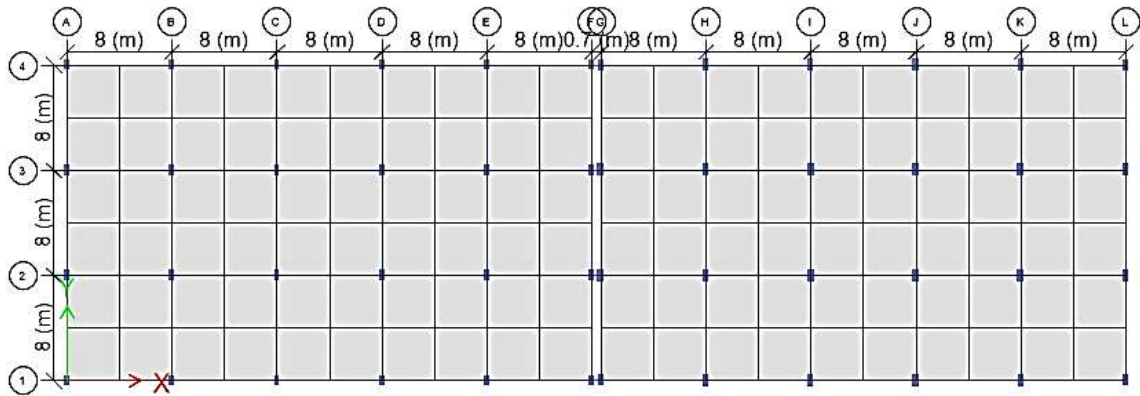
Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Perencanaan struktur gedung berpedoman pada:
  - a. Tata cara perencanaan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 2847:2013).
  - b. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (SNI 1726:2012).
  - c. Tata cara penentuan beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2013).

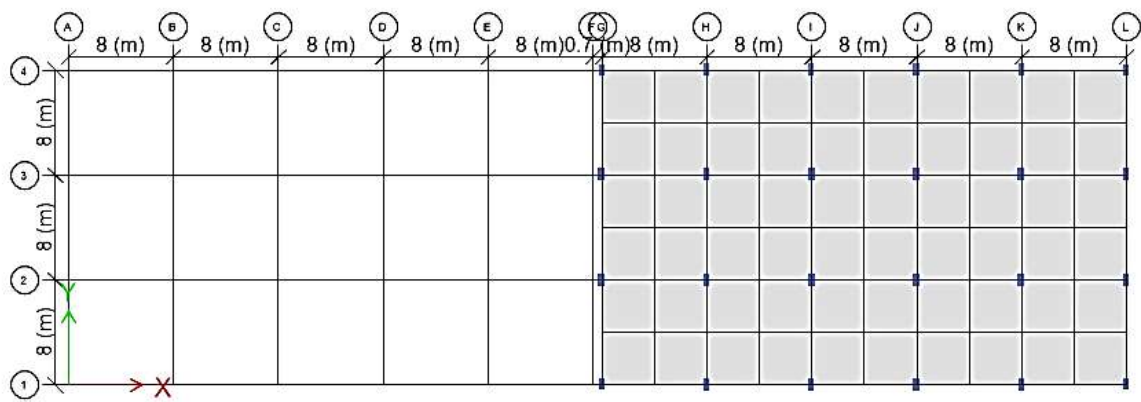
2. Struktur gedung adalah beton bertulang dengan mutu beton yang digunakan adalah 30 MPa dan 35 MPa serta mutu baja tulangan yang digunakan adalah 420 MPa.
3. Sistem struktur direncanakan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus.
4. Bangunan diasumsikan bangunan hotel/apartemen di kota Bandung dengan tanah sedang.
5. Bangunan terdiri dari 2 tower yakni 8 lantai dan 12 lantai serta tidak terdapat *basement*.
6. Sambungan pada dilatasi bangunan menggunakan karet (*elastomeric rubber*) dengan tipe *neoprene sheet rubber*.
7. Sambungan karet yang dianalisis hanya dalam kondisi tekan.
8. Digunakan jenis dilatasi dengan dua kolom.
9. Analisis struktur ditinjau dalam 3 dimensi menggunakan bantuan program ETABS.
10. Struktur bawah tidak direncanakan/ diperhitungkan dalam skripsi ini.



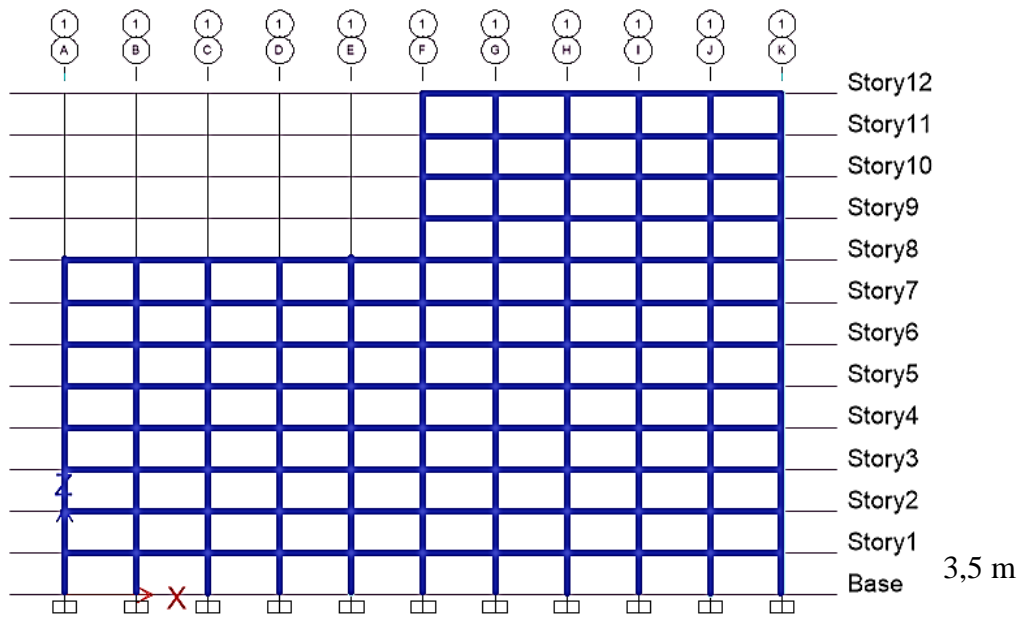
**Gambar 1.1** Struktur Gedung 3 Dimensi



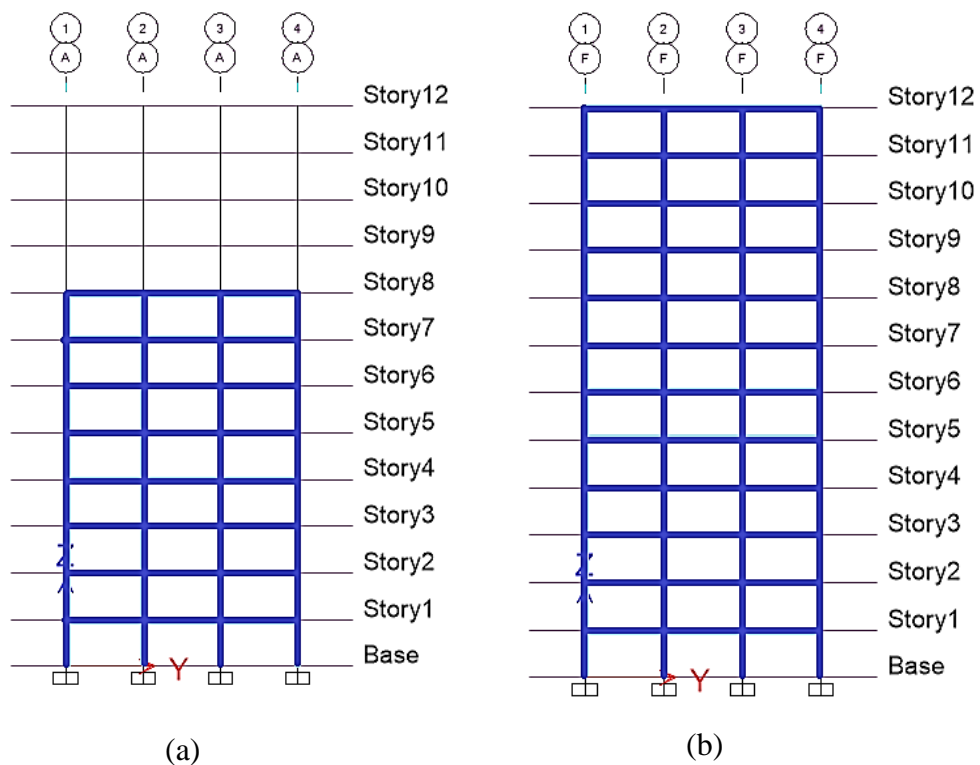
**Gambar 1.2** Potongan Struktur pada *Story 1-8*



**Gambar 1.3** Potongan Struktur pada *Story 9-12*



**Gambar 1.4** Potongan pada As-1



**Gambar 1.5** (a) Potongan pada As-A, (b) Potongan pada As-F

## 1.5 Metode Penelitian

Penelitian ini dibuat dengan 2 metode, yaitu:

### 1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan studi yang dilakukan untuk memperoleh gambaran secara menyeluruh proses penelitian yang akan dilakukan. Studi ini diharapkan dapat menjadi sarana untuk memahami dasar-dasar dilatasi bangunan dan literatur-literatur lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

### 2. Analisis Struktur Gedung

Analisis struktur gedung menggunakan bantuan program ETABS, dimana dilakukan tahapan-tahapan pemodelan gedung tersebut. Analisis ini diharapkan dapat menunjukkan besarnya peralihan struktur dan gaya dalam pada elemen struktur gedung.