

**SKRIPSI**

**STUDI ANALISIS RETROFIT KOLOM  
MENGUNAKAN *CONCRETE JACKETING* DAN  
*STEEL JACKETING* PADA GEDUNG BETON  
BERTULANG DENGAN *SOFT STORY***



**AMARDEV SINGH  
NPM : 2016410147**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1778/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
JULI 2020**



**SKRIPSI**

**STUDI ANALISIS RETROFIT KOLOM  
MENGUNAKAN *CONCRETE JACKETING* DAN  
*STEEL JACKETING* PADA GEDUNG BETON  
BERTULANG DENGAN *SOFT STORY***



**AMARDEV SINGH  
NPM : 2016410147**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1778/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
JULI 2020**

**SKRIPSI**

**STUDI ANALISIS RETROFIT KOLOM  
MENGUNAKAN *CONCRETE JACKETING* DAN  
*STEEL JACKETING* PADA GEDUNG BETON  
BERTULANG DENGAN *SOFT STORY***



**AMARDEV SINGH  
NPM : 2016410147**

**BANDUNG, 27 JULI 2020**

**PEMBIMBING:**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1778/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
JULI 2020**

# PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Amardev Singh

NPM : 2016410147

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / ~~tesis / disertasi~~<sup>\*)</sup> dengan judul:

## **STUDI ANALISIS RETROFIT KOLOM MENGGUNAKAN *CONCRETE JACKETING* DAN *STEEL JACKETING* PADA GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN *SOFT STORY***

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 27 Juli 2020



---

Amardev Singh

\*) coret yang tidak perlu



# **STUDI ANALISIS RETROFIT KOLOM MENGGUNAKAN CONCRETE JACKETING DAN STEEL JACKETING PADA GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN SOFT STORY**

**Amardev Singh  
NPM: 2016410147**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1778/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

**BANDUNG  
JULI 2020**

## **ABSTRAK**

Tuntutan arsitektural pada gedung dapat meningkatkan sisi estetik gedung, tetapi di sisi lain juga dapat menyebabkan gedung berperilaku buruk. Perbedaan tinggi lantai yang besar dapat menimbulkan kondisi *soft story* yang dapat menyebabkan kegagalan pada kolom. Pada skripsi ini, akan dilakukan *retrofitting* pada bangunan eksisting untuk menghilangkan kondisi *soft story*. Terdapat 3 model yang dibuat, yaitu bangunan eksisting yang mengalami kondisi *soft story* pada lantai dasar, model 1 yang merupakan bangunan eksisting yang di-retrofit dengan *concrete jacketing*, model 2 yang merupakan bangunan eksisting yang di-retrofit dengan *steel jacketing*. *Retrofitting* dilakukan pada kolom sisi terluar di lantai dasar dan dilakukan analisis respons spektrum. Setelah dilakukan retrofitting dan di analisis, terjadi peningkatan nilai kekakuan tingkat dasar sebesar 26,12% pada model 1 dan 11,95% pada model 2. Peningkatan nilai kekakuan tingkat dasar tersebut menyebabkan hilangnya kondisi *soft story* pada bangunan eksisting. Kolom yang di-retrofit mengalami peningkatan gaya aksial, geser, dan momen cukup signifikan.

Kata Kunci: *retrofitting, soft story, concrete jacketing, steel jacketing.*





# **ANALYSIS STUDY OF RETROFIT COLUMN USING CONCRETE JACKETING AND STEEL JACKETING ON REINFORCED CONCRETE BUILDING WITH SOFT STORY**

**Amardev Singh  
NPM: 2016410147**

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

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL  
ENGINEERING**

**(Accredited by SK BAN-PT Number: 1778/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

**BANDUNG  
JULY 2020**

## **ABSTRACT**

Architectural demand on the building can increase the aesthetics value of the building, but on the other hand it can also cause the building to get a bad effect. Large differences in floor height can produce soft story condition that can cause column failure. In this thesis, retrofitting will be carried out on existing building to eliminate the soft story condition. There are 3 models made, the existing building that experiences soft story condition on the ground floor, model 1 which is an existing building retrofitted with concrete jacketing, model 2 which is an existing building retrofitted with steel jacketing. Retrofitting was carried out in the outside column on the ground floor and analyzed using spectrum response analysis. After retrofitting and analyzing, there was an increase in the value of base level stiffness by 26,12% in model 1 and 11,95% in model 2. The increase of stiffness on the ground level could eliminate the soft story condition in the existing building. The retrofitted column also has quite significant increase in axial, shear, and moment forces.

Keywords: retrofitting, soft story, concrete jacketing, steel jacketing.



## PRAKATA

Puji syukur dan terima kasih penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan berkat dan rahmatNya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Judul skripsi penulis adalah “Studi Analisis Retrofit Kolom Menggunakan *Concrete Jacketing* dan *Steel Jacketing* pada Gedung Beton Bertulang dengan *Soft Story*”. Skripsi ini disusun guna memenuhi prasyarat kelulusan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Banyak kesulitan dan hambatan yang penulis alami dalam upaya penyelesaian laporan skripsi. Namun berkat bimbingan, dukungan dan semangat yang diberikan oleh berbagai pihak kepada penulis selama menyusun penulisan skripsi. Maka dalam kesempatan ini penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing dan mendampingi penulis dalam segala proses penulisan skripsi dan asistensi, hingga penyempurnaan penulisan skripsi.
2. Seluruh dosen dan staff pengajar pusat studi Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen penguji untuk segala kritik, masukan, dan sarannya.
3. Orang tua dan keluarga dari penulis yang telah memberikan semangat dan doa pada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini
4. Teman – teman seperjuangan perkuliahan yakni Audi Padillanga, Albert Ramli, Alvaro Effendy, Edric Wijaya, Fransiskus Nugroho,

Jonathan Djaja, Justin Komala yang selalu memberikan semangat selama masa perkuliahan.

5. Wellington, Melina, Richie, Darwin dan OHANA yaitu Andreas Manihuruk, Ebenezer, Genta Novianti, Ida Romasta, Klara Aura, Theresia Artha, Vincent Rianto, Wirawan, Yohana Theresia yang selalu memberikan semangat selama masa perkuliahan dan penyusunan laporan skripsi.
6. Seluruh civitas akademika Universitas Katolik Parahyangan, khususnya program studi teknik sipil.

Penulis menyadari kelemahan, kekurangan, dan ketidaksempurnaan yang dilakukan selama proses penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar kedepannya dapat menjadi lebih baik lagi. Terima kasih.

Bandung, 27 Juli 2020



Amardev Singh  
2016410147

# DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Latar belakang masalah .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan .....	1-3
1.3 Tujuan Penelitian .....	1-3
1.4 Pembatasan Masalah .....	1-3
1.5 Metode Penulisan .....	1-6
1.6 Diagram Alir .....	1-7
BAB 2 STUDI PUSTAKA .....	2-1
2.1 <i>Retrofitting</i> Bangunan .....	2-1
2.1.1 <i>Reinforced Concrete Jacketing</i> .....	2-1
2.1.2 <i>Steel Jacketing</i> .....	2-4
2.2 Ketidakberaturan Horizontal .....	2-7
2.3 Ketidakberaturan Vertikal .....	2-9
2.4 Tingkat Lunak ( <i>Soft Story</i> ) .....	2-11
2.5 Peraturan Pembebanan Berdasarkan SNI 1727:2013 .....	2-11
2.6 Peraturan Gempa Berdasarkan SNI 1726:2019 .....	2-13
2.6.1 Gempa Rencana .....	2-13

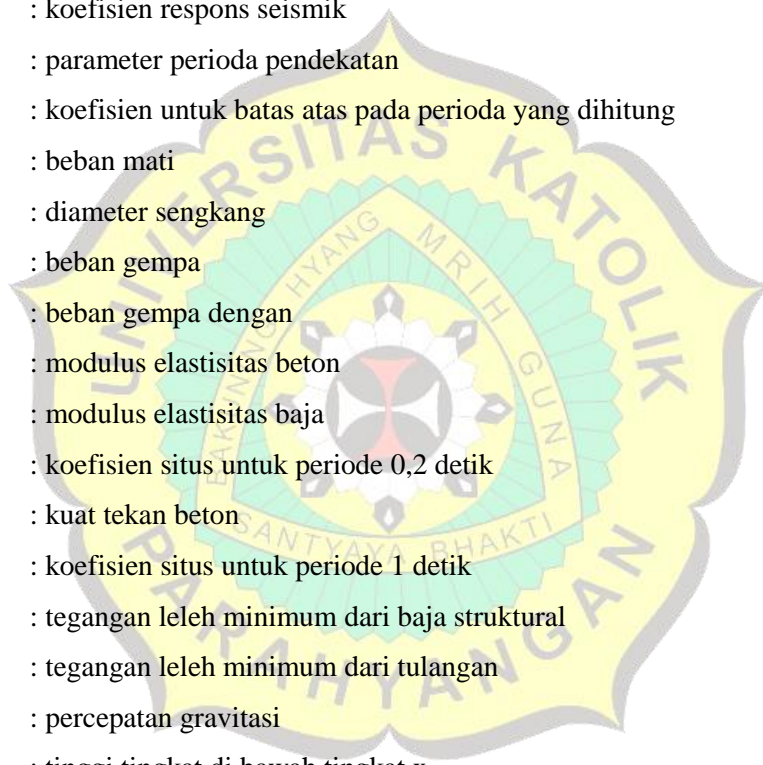
2.6.2	Faktor Keutamaan Gempa dan Kategori Risiko Struktur Bangunan 13	
2.6.3	Klasifikasi Situs.....	2-15
2.6.4	Parameter Percepatan Respons Spektral MCE dari peta gempa ( $S_s$ dan $S_1$ ) .....	2-16
2.6.5	Koefisien Situs ( $F_a$ dan $F_v$ ).....	2-18
2.6.6	Parameter Percepatan Respons Spektral MCE ( $S_{MS}$ dan $S_{M1}$ ).....	2-19
2.6.7	Parameter Percepatan Respons Spektral ( $S_{DS}$ dan $S_{D1}$ ) .....	2-19
2.6.8	Spektrum Respons Desain.....	2-20
2.6.9	Kategori Desain Seismik .....	2-21
2.6.10	Sistem Penahan Gaya Seismik .....	2-22
2.6.11	Kombinasi Pembebanan.....	2-23
2.6.12	Pengaruh Beban Seismik.....	2-23
2.6.13	Prosedur Analisis.....	2-25
2.6.14	Faktor Redundansi.....	2-26
2.6.15	Berat seismik Efektif.....	2-28
2.6.16	Geser Dasar Seismik.....	2-28
2.6.17	Penentuan Periode Fundamental Pendekatan.....	2-29
2.6.18	Simpangan Antar Tingkat.....	2-31
2.6.19	Simpangan Antar Tingkat Izin .....	2-32
2.6.20	Pengaruh P-delta.....	2-33
2.6.21	Skala Gaya.....	2-34
2.7	Analisis spektrum respons ragam $\eta$ .....	2-34
2.7.1	Jumlah Ragam .....	2-34
2.7.2	Parameter Respons Ragam.....	2-35
2.7.3	Parameter Respons Terkombinasi .....	2-35

2.7.4	Skala nilai desain untuk respons terkombinasi .....	2-35
BAB 3 STUDI KASUS.....		3-1
3.1	Data Bangunan Gedung.....	3-1
3.1.1	Data Struktur .....	3-1
3.1.2	Data Material.....	3-2
3.1.3	Data Parameter Gempa .....	3-2
3.1.4	Data Pembebanan.....	3-3
3.1.5	Kombinasi Pembebanan.....	3-5
3.2	Desain Bangunan Gedung Eksisting .....	3-6
3.3	Desain Kolom Retrofit <i>Concrete Jacketing</i> (Model 1) .....	3-8
3.4	Desain Kolom Retrofit <i>Steel Jacketing</i> (Model 2) .....	3-9
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....		4-1
4.1	Gerak Dominan Struktur .....	4-1
4.2	Periode Struktur dan Modal Partisipasi Massa Ragam .....	4-2
4.3	Ketidakteraturan Horizontal .....	4-3
4.3.1	Ketidakteraturan Horizontal Tipe 1A dan 1B .....	4-3
4.3.2	Ketidakteraturan Horizontal Tipe 2 .....	4-5
4.3.3	Ketidakteraturan Horizontal Tipe 3 .....	4-5
4.3.4	Ketidakteraturan Horizontal Tipe 4 .....	4-5
4.3.5	Ketidakteraturan Horizontal Tipe 5 .....	4-5
4.4	Ketidakteraturan Vertikal .....	4-5
4.4.1	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 1A dan 1B .....	4-5
4.4.2	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 2.....	4-9
4.4.3	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 3.....	4-11
4.4.4	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 4.....	4-11
4.4.5	Ketidakteraturan Vertikal Tipe 5A dan 5B .....	4-11

4.5	Simpangan Antar Lantai dan Simpangan Lantai .....	4-13
4.6	Gaya Geser Tingkat .....	4-18
4.7	Kekakuan Tingkat .....	4-19
4.8	<i>Demand and Capacity Ratio</i> .....	4-21
4.9	Gaya Dalam Kolom .....	4-23
4.10	Diagram Interaksi .....	4-28
4.11	Gaya Dalam Pondasi .....	4-30
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		5-1
5.1	Kesimpulan .....	5-1
5.2	Saran .....	5-1
DAFTAR PUSTAKA .....		xxxiii
LAMPIRAN 1 .....		L1-1
LAMPIRAN 2 .....		L2-1
LAMPIRAN 3 .....		L3-1
LAMPIRAN 4 .....		L4-1
LAMPIRAN 5 .....		L5-1
LAMPIRAN 6 .....		L6-1
LAMPIRAN 7 .....		L7-1
LAMPIRAN 8 .....		L8-1
LAMPIRAN 9 .....		L9-1
LAMPIRAN 10 .....		L10-1
LAMPIRAN 11 .....		L11-1



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



$a$	: panjang sisi kolom arah x
$a_{an}$	: panjang sisi pelat siku
$A_c$	: luas penampang beton
$A_s$	: luas penampang
$A_{str}$	: luas <i>strip</i>
$b$	: panjang sisi kolom arah y
$C_d$	: faktor pembesaran defleksi
$C_s$	: koefisien respons seismik
$C_t$	: parameter perioda pendekatan
$C_u$	: koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung
$D$	: beban mati
$d_h$	: diameter sengkang
$E$	: beban gempa
$ET$	: beban gempa dengan
$E_C$	: modulus elastisitas beton
$E_s$	: modulus elastisitas baja
$F_a$	: koefisien situs untuk periode 0,2 detik
$f'_c$	: kuat tekan beton
$F_v$	: koefisien situs untuk periode 1 detik
$F_y$	: tegangan leleh minimum dari baja struktural
$F_{ysr}$	: tegangan leleh minimum dari tulangan
$g$	: percepatan gravitasi
$h_{sx}$	: tinggi tingkat di bawah tingkat x
$I_e$	: faktor keutamaan
$L$	: panjang yang tidak didukung secara lateral (mm)
$MCE_R$	: <i>Maximum Considered Earthquake Risk</i>
$M$	: gaya dalam momen
$N$	: jumlah tingkat
$P$	: gaya dalam aksial
$R$	: faktor reduksi gempa
$S_a$	: spektrum respons percepatan desain
$S_{D1}$	: parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik

- $S_{DS}$  : parameter percepatan spektral desain untuk periode 0,2 detik  
 $S_{M1}$  : parameter spektrum respons percepatan pada periode 1 detik  
 $S_{MS}$  : parameter spektrum respons percepatan pada periode 0,2 detik  
 SNI : Standar Nasional Indonesia  
 SRPMK: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus  
 $S_s$  : parameter respon spektral percepatan gempa MCER pada periode pendek  
 $S_1$  : parameter respon spektral percepatan gempa MCER pada periode 1 detik  
 $s$  : spasi kait  
 $T$  : periode getar fundamental struktur  
 $T_a$  : periode fundamental pendekatan  
 $T_s, T_0$  : parameter periode untuk respons desain seismic  
 $t_j$  : ketebalan jacketing  
 $T_L$  : peta transisi periode panjang  
 $t_{an}$  : tebal pelat siku  
 $t_{str}$  : tebal *strip*  
 $V_s$  : gaya geser dasar seismic  
 $V$  : gaya dalam geser  
 $W$  : berat seismic efektif  
 $\Delta\delta$  : simpangan antar lantai  
 $\delta$  : simpangan lantai  
 $\Omega_0$  : faktor kuat lebih sistem  
 $\rho$  : faktor redundansi

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Denah Lantai Tipikal .....	1-4
<b>Gambar 1.2</b> Potongan As - A.....	1-4
<b>Gambar 1.3</b> Tampak 3D Bangunan .....	1-5
<b>Gambar 2.1</b> Concrete Jacketing pada Kolom .....	2-2
<b>Gambar 2.2</b> Steel Jacketing pada Kolom.....	2-5
<b>Gambar 2.3</b> Ketidakberaturan Horizontal Struktur .....	2-8
<b>Gambar 2.4</b> Ketidakberaturan Vertikal Struktur .....	2-10
<b>Gambar 2.5</b> Peta Gempa Indonesia Tahun 2019 untuk $MCE_R (S_s)$ .....	2-17
<b>Gambar 2.6</b> Peta Gempa Indonesia Tahun 2019 untuk $MCE_R (S_1)$ .....	2-17
<b>Gambar 2.7</b> Respons Spektra .....	2-21
<b>Gambar 2.8</b> Penentuan Simpangan Antar Tingkat .....	2-32
<b>Gambar 3.1</b> Respons Spektrum .....	3-5
<b>Gambar 3.2</b> Denah Balok dan Kolom Lantai 1-Atap (tipikal) .....	3-6
<b>Gambar 3.3</b> Tipe Balok dan kolom pada Potongan Gedung .....	3-7
<b>Gambar 3.4</b> Kolom Concrete Jacketing (K-CJ) 950 mm x 950 mm .....	3-8
<b>Gambar 3.5</b> Kolom yang di-retrofit pada lantai dasar .....	3-9
<b>Gambar 3.6</b> Kolom Steel Jacketing (K-SJ) .....	3-10
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Simpangan Antar Lantai arah X .....	4-16
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Simpangan Antar Lantai arah Y .....	4-16
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Simpangan Lantai arah X .....	4-17
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Simpangan Lantai arah Y .....	4-17
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Gaya Geser Tingkat arah X .....	4-18
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Gaya Geser Tingkat arah Y .....	4-19
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Kekakuan Tingkat arah X .....	4-20
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Kekakuan Tingkat arah Y .....	4-20
<b>Gambar 4.9</b> D/C Ratio Kolom pada Model Eksisting di As-E.....	4-21
<b>Gambar 4.10</b> D/C Ratio Kolom pada Model 1 di As-A .....	4-22
<b>Gambar 4.11</b> D/C Ratio Kolom pada Model 2 di As-B .....	4-22
<b>Gambar 4.12</b> Kolom untuk Peninjauan Gaya Dalam .....	4-23
<b>Gambar 4.13</b> Gaya Aksial Kolom C1 Setiap Model .....	4-24

<b>Gambar 4.14</b> Gaya Geser Kolom C1 Setiap Model.....	4-26
<b>Gambar 4.15</b> Momen Kolom C1 Setiap Model .....	4-27
<b>Gambar 4.16</b> Diagram Interaksi Kolom K1 .....	4-28
<b>Gambar 4.17</b> Diagram Interaksi Kolom K-CJ .....	4-29
<b>Gambar 4.18</b> Diagram Interaksi Kolom K-SJ.....	4-29

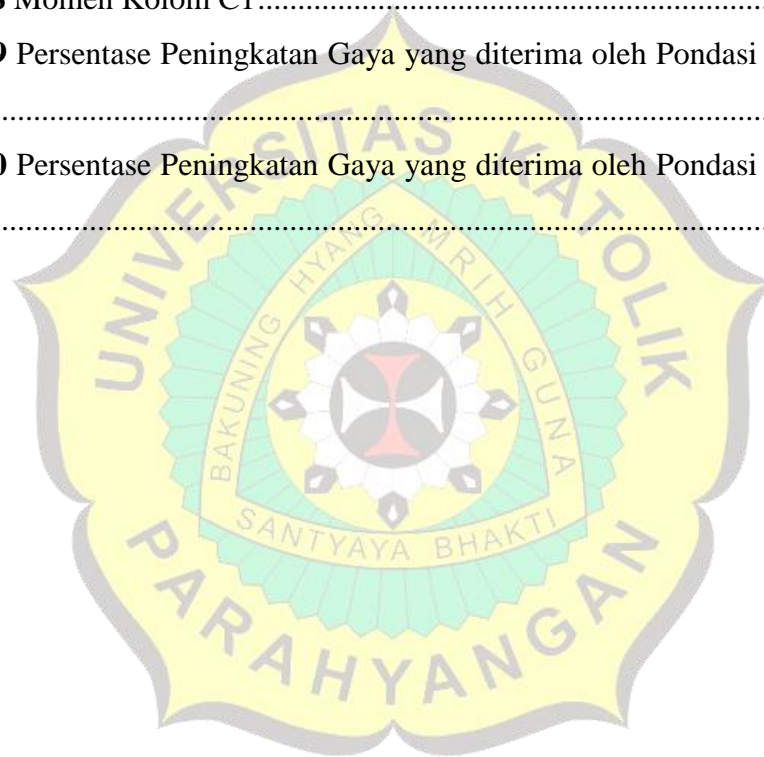


## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Syarat – Syarat Concrete Jacketing .....	2-2
<b>Tabel 2.2</b> Syarat – Syarat Steel Jacketing .....	2-5
<b>Tabel 2.3</b> Ketidakberaturan horizontal pada struktur .....	2-7
<b>Tabel 2.4</b> Ketidakberaturan vertikal pada struktur .....	2-9
<b>Tabel 2.5</b> Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum untuk Hotel .....	2-12
<b>Tabel 2.6</b> Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa .....	2-13
<b>Tabel 2.7</b> Faktor Keutamaan Gempa .....	2-15
<b>Tabel 2.8</b> Klasifikasi Situs .....	2-16
<b>Tabel 2.9</b> Koefisien situs, $F_a$ .....	2-18
<b>Tabel 2.10</b> Koefisien situs, $F_v$ .....	2-18
<b>Tabel 2.11</b> Kategori desain seismic berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek .....	2-21
<b>Tabel 2.12</b> Kategori desain seismic berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik .....	2-22
<b>Tabel 2.13</b> Faktor R, Cd, $\Omega_0$ untuk sistem pemikul gaya seismic .....	2-22
<b>Tabel 2.14</b> Prosedur analisis yang diizinkan .....	2-25
<b>Tabel 2.15</b> Persyaratan untuk masing – masing tingkat yang menahan lebih dari 35 % gaya geser dasar .....	2-27
<b>Tabel 2.16</b> Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung .....	2-30
<b>Tabel 2.17</b> Nilai parameter periode pendekatan Ct dan X .....	2-30
<b>Tabel 2.18</b> Simpangan Antar Tingkat Izin .....	2-32
<b>Tabel 3.1</b> Parameter Gempa .....	3-2
<b>Tabel 3.2</b> Dimensi Kolom Model Eksisting .....	3-7
<b>Tabel 3.3</b> Dimensi Balok Model Eksisting .....	3-7
<b>Tabel 3.4</b> Desain Kolom Concrete Jacketing .....	3-8
<b>Tabel 3.5</b> Desain Kolom Steel Jacketing .....	3-9

<b>Tabel 4.1</b> Gerak Dominan Model Eksisting .....	4-1
<b>Tabel 4.2</b> Gerak Dominan Model 1 .....	4-1
<b>Tabel 4.3</b> Gerak Dominan Model 2 .....	4-1
<b>Tabel 4.4</b> Periode Strukur dan Partisipasi Massa Ragam Bangunan Eksisting ...	4-2
<b>Tabel 4.5</b> Periode Strukur dan Partisipasi Massa Ragam Model 1 .....	4-2
<b>Tabel 4.6</b> Periode Strukur dan Partisipasi Massa Ragam Model 2 .....	4-3
<b>Tabel 4.7</b> Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1A dan 1B Bangunan Eksisting....	4-4
<b>Tabel 4.8</b> Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1A dan 1B Model 1 .....	4-4
<b>Tabel 4.9</b> Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1A dan 1B Model 2 .....	4-4
<b>Tabel 4.10</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1A dan 1B arah X pada Bangunan Eksisting .....	4-6
<b>Tabel 4.11</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1A dan 1B arah Y pada Bangunan Eksisting .....	4-6
<b>Tabel 4.12</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1A dan 1B arah Y pada Bangunan Eksisting (lanjutan).....	4-7
<b>Tabel 4.13</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1A dan 1B arah X pada Model 1 ....	4-7
<b>Tabel 4.14</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1A dan 1B arah Y pada Model 1 ....	4-8
<b>Tabel 4.15</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1A dan 1B arah X pada Model 2 ....	4-8
<b>Tabel 4.16</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1A dan 1B arah X pada Model 2 (lanjutan).....	4-9
<b>Tabel 4.17</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1A dan 1B arah Y pada Model 2 ....	4-9
<b>Tabel 4.18</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 Bangunan Eksisting .....	4-10
<b>Tabel 4.19</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 Model 1 .....	4-10
<b>Tabel 4.20</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 Model 2.....	4-10
<b>Tabel 4.21</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5A Bangunan Eksisting .....	4-11
<b>Tabel 4.22</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5B Bangunan Eksisting .....	4-12
<b>Tabel 4.23</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5A Model 1 .....	4-12
<b>Tabel 4.24</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5B Model 1 .....	4-12
<b>Tabel 4.25</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5A Model 2.....	4-13
<b>Tabel 4.26</b> Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5B Model 2 .....	4-13
<b>Tabel 4.27</b> Simpangan Antar Lantai arah X Bangunan Eksisting .....	4-14
<b>Tabel 4.28</b> Simpangan Antar Lantai arah Y Bangunan Eksisting .....	4-14

<b>Tabel 4.29</b> Simpangan Antar Lantai arah X Model 1 .....	4-14
<b>Tabel 4.30</b> Simpangan Antar Lantai arah Y Model 1 .....	4-15
<b>Tabel 4.31</b> Simpangan Antar Lantai arah X Model 2 .....	4-15
<b>Tabel 4.32</b> Simpangan Antar Lantai arah Y Model 2 .....	4-15
<b>Tabel 4.33</b> Gaya Geser Tingkat.....	4-18
<b>Tabel 4.34</b> Kekakuan Tingkat .....	4-19
<b>Tabel 4.35</b> D/C Ratio Maksimum .....	4-21
<b>Tabel 4.36</b> Gaya Aksial Kolom C1 .....	4-24
<b>Tabel 4.37</b> Gaya Geser Kolom C1 .....	4-25
<b>Tabel 4.38</b> Momen Kolom C1.....	4-27
<b>Tabel 4.39</b> Persentase Peningkatan Gaya yang diterima oleh Pondasi Pada Model 1.....	4-30
<b>Tabel 4.40</b> Persentase Peningkatan Gaya yang diterima oleh Pondasi Pada Model 2.....	4-30







## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Tabel Profil Baja Angle
- Lampiran 2** Desain Kolom Concrete Jacketing
- Lampiran 3** Desain Kolom Steel Jacketing
- Lampiran 4** Faktor Skala Gempa Bangunan Eksisting
- Lampiran 5** Faktor Skala Gempa Model 1
- Lampiran 6** Faktor Skala Gempa Model 2
- Lampiran 7** Desain Tulangan Balok
- Lampiran 8** Perhitungan Kekakuan Kolom Concrete Jacketing dan Steel Jacketing
- Lampiran 9** Cek Joint
- Lampiran 10** Analisis Kolom Kuat Balok Lemah
- Lampiran 11** Diagram Interaksi





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang masalah

Indonesia merupakan negara berkembang yang pada saat ini sedang mengalami perkembangan pembangunan gedung yang sangat pesat. Gedung yang dibangun merupakan gedung bertingkat dengan fungsi gedung antara lain hotel, rumah sakit, sekolah, perkantoran, dan sebagainya. Dalam pembangunan gedung, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, salah satunya adalah mengenai ketidakberaturan horizontal dan vertikal. Salah satu contoh dari ketidakberaturan vertikal adalah ketidakberaturan vertikal tingkat lunak atau yang biasa disebut dengan *soft story*.

Ketidakberaturan vertikal tingkat lunak atau *soft story* dapat terjadi pada bangunan yang memiliki salah satu lantai lebih tinggi daripada lantai lainnya. Kondisi gedung yang memiliki lantai yang lebih tinggi tersebut dapat dijumpai pada lantai dasar gedung ataupun pada lantai lainnya. Kondisi *soft story* didefinisikan sebagai suatu lantai yang memiliki nilai kekakuan atau daktilitas yang tidak memadai dalam menahan beban seismik. Dampak dari *soft story* pada suatu gedung akan signifikan jika gedung menerima beban lateral yang cukup besar seperti beban gempa. Kondisi *soft story* sering dijumpai pada lantai dasar pada suatu bangunan, yang artinya jika kolom lantai dasar mengalami kegagalan, maka bangunan tersebut akan mengalami keruntuhan sehingga tidak dapat digunakan kembali (Noorzaei, et al., 2011)

Pada 25 April 2015, terjadi gempa dengan magnitudo 7.8 SR di Kathmandu, Nepal yang menyebabkan keruntuhan gedung akibat kondisi *soft story* di lantai dasar dan pada 12 Mei 2008, terjadi gempa dengan magnitudo 7.9 SR di Wenchuan, China. Di Dujiangyan dan Ying Xiu, terjadi keruntuhan gedung akibat kondisi *soft story* pada lantai dasar.



**Gambar 1.1** Keruntuhan gedung dengan kondisi *soft story* akibat gempa Nepal  
(Sumber: Varum, et al., 2017)



**Gambar 1.2** Kegagalan *soft story* pada lantai dasar di Dujiangyan  
(Sumber: Wibowo, et al., 2008)

Metode yang sering digunakan dalam perkuatan elemen struktur yaitu kolom dapat dilakukan dengan *Concrete Jacketing* atau *Steel Jacketing*. Perkuatan dengan *Concrete Jacketing* merupakan metode dengan memperbesar dimensi dari beton eksisting dengan lapisan beton yang baru. Sistem perkuatan dengan *Steel Jacketing* dilakukan dengan cara menambahkan pelat baja / *angle* pada elemen struktur. Kedua jenis metode perkuatan ini dapat menghasilkan hasil yang berbeda. Oleh

karena itu, perlu dilakukan analisis untuk kedua metode tersebut untuk mengetahui metode perkuatan yang paling optimal.

## **1.2 Inti Permasalahan**

Gedung yang memiliki ketidakberaturan tingkat lunak (soft story) akan memiliki masalah jika menerima beban lateral yang cukup besar, sehingga diperlukan perkuatan terhadap elemen – elemen struktur. Elemen struktur yang akan diberi perkuatan adalah kolom. Dalam skripsi ini akan membandingkan pengaruh penggunaan jenis perkuatan yang berbeda, yaitu metode *Concrete Jacketing* dan *Steel Jacketing*.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

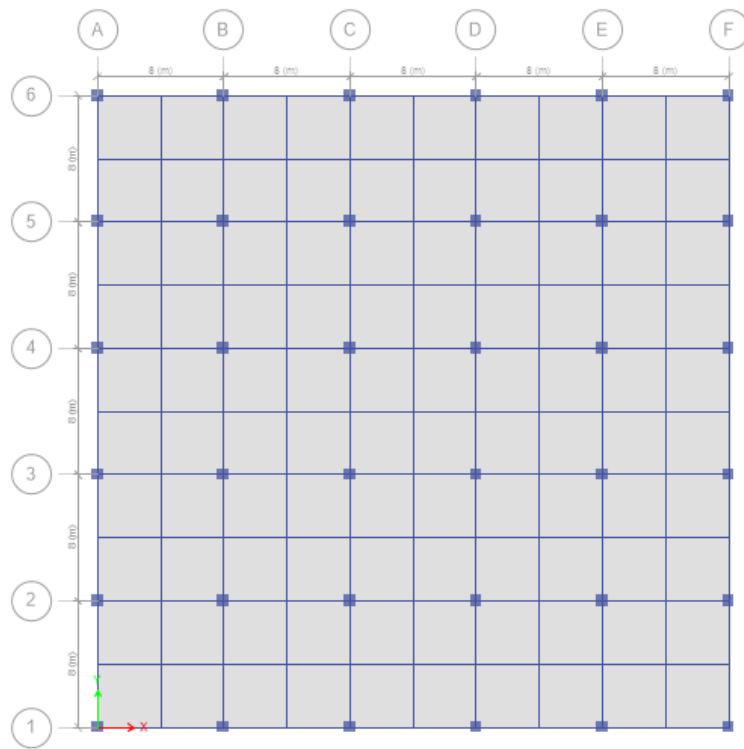
Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah menganalisis jenis perkuatan elemen struktur yaitu kolom pada gedung bertingkat yang memiliki ketidakberaturan vertikal tingkat lunak yang menerima beban gravitasi dan beban lateral agar tidak mengalami kegagalan struktural dan berfungsi sesuai dengan yang direncanakan. Jenis perkuatan yang digunakan adalah *Concrete Jacketing* dan *Steel Jacketing*.

## **1.4 Pembatasan Masalah**

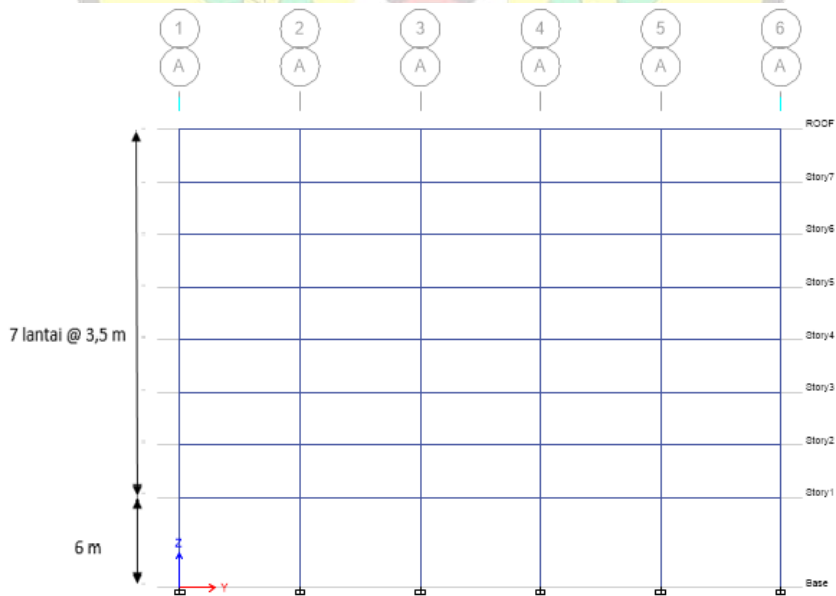
Pembatasan masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bangunan adalah gedung beton bertulang 8 lantai dengan luas per lantai 40 m x 40 m dan jarak antar kolom sebesar 8 m. Lokasi soft story berada pada lantai dasar gedung seperti yang terlihat pada

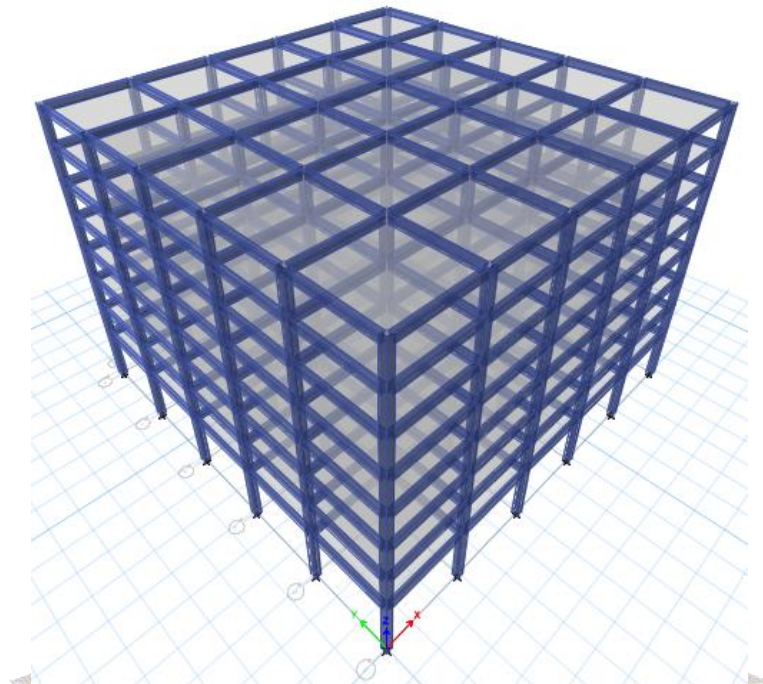
**Gambar 1.2.**



**Gambar 1.3** Denah Lantai Tipikal



**Gambar 1.4** Potongan As - A



**Gambar 1.5** Tampak 3D Bangunan

2. Ada 3 struktur gedung yang dimodelkan yaitu:

- Model Eksisting

Bangunan eksisting dengan ketidakberaturan vertikal tingkat lunak pada lantai dasar.

- Model 1

Bangunan eksisting yang di-retrofit dengan metode *concrete jacketing*.

- Model 2

Bangunan eksisting yang di-retrofit dengan metode *steel jacketing*.

3. Fungsi bangunan sebagai hotel, gedung terletak di Jakarta, jenis tanahnya merupakan tanah lunak

4. Mutu beton rencana,  $f'c = 30$  MPa, mutu baja tulangan,  $f_y' = 420$  MPa.
5. Sistem struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
6. Analisis elastis linier menggunakan respons spectrum
7. Peraturan – peraturan yang digunakan adalah :
  - SNI 1727:2013. Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
  - SNI 1726:2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
  - SNI 2847:2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
8. Desain fondasi tidak dilakukan.

### 1.5 Metode Penulisan

Metode penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Studi Pustaka

Diperoleh dari berbagai referensi meliputi Buku, Jurnal , Makalah, dan Peraturan Standar (SNI)

#### 2. Studi Analisis

Pemodelan dan analisis dilakukan dengan menggunakan program ETABS. Dalam membantu proses perhitungan digunakan program yaitu Excel dan Mathcad



## 1.6 Diagram Alir

