

**SKRIPSI**

**STUDI VARIASI PENAMPANG PILAR TINGGI  
PADA JEMBATAN MENGACU PADA KRITERIA  
“SEISMIC DESIGN – CALTRANS”**



**KENNY FERBIAN  
NPM : 2014410184**

**PEMBIMBING: Altho Sagara, S.T., 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  
JUNI 2018**



**SKRIPSI**

**STUDI VARIASI PENAMPANG PILAR TINGGI  
PADA JEMBATAN MENGACU PADA KRITERIA  
“SEISMIC DESIGN – CALTRANS”**



**KENNY FERBIAN  
NPM : 2014410184**

**PEMBIMBING: Altho Sagara, S.T., 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  
JUNI 2018**



**SKRIPSI**

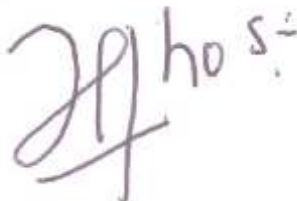
**STUDI VARIASI PENAMPANG PILAR TINGGI  
PADA JEMBATAN MENGACU PADA KRITERIA  
“SEISMIC DESIGN – CALTRANS”**



**KENNY FERBIAN  
NPM : 2014410184**

**BANDUNG, 4 JULI 2018**

**PEMBIMBING**



**Altho Sagara, S.T., 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  
JULI 2018**



## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI

*(Declaration of Authorship)*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kenny Ferbian

NPM : 2014410184

Alamat : Taman Permata Buana, Jl. Pulau Panjang VI M6/15, Jakarta

Judul Skripsi : Studi Variasi Penampang Pilar Tinggi pada Jembatan  
Mengacu pada Kriteria “*Seismic Design – Caltrans*”

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **STUDI VARIASI PENAMPANG PILAR TINGGI PADA JEMBATAN MENGACU PADA KRITERIA “SEISMIC DESIGN – CALTRANS”** adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku

Bandung, Juli 2018



Kenny Ferbian





# **STUDI VARIASI PENAMPANG PILAR TINGGI PADA JEMBATAN MENGACU PADA KRITERIA “SEISMIC DESIGN – CALTRANS”**

**Kenny Ferbian  
NPM: 2014410184**

**Pembimbing: Altho Sagara, S.T., 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  
JULI 2018**

## **ABSTRAK**

Indonesia merupakan negara berkembang yang memerlukan banyak pembangunan infrastruktur – infrastruktur. Banyaknya lembah dan bukit di Indonesia, membuat diperlukannya jembatan pilar tinggi untuk menghubungkan lokasi. Hal yang harus diperhatikan dalam desain pilar jembatan adalah SNI 2833 – 2016 mengenai beban gempa, SNI 1725 – 2014 mengenai pembebanan pada jembatan, kriteria *Seismic Design, Caltrans* mengenai periode dan kekakuan, dan efek kelangsingan. Studi kasus dilakukan dengan memodelkan jembatan dengan tinggi 67 m, 57 m, dan 54 m yang menggunakan 2 jenis penampang yaitu penampang beton *full* dan penampang beton *hollow*. Analisis dibantu *software* komersial MIDAS CIVIL. Dimensi pilar yang digunakan berkisar antara 2 Meter – 6 Meter untuk kedua jenis penampang, dengan nilai rasio tulangan berkisar 1,01% - 7,04%. Nilai perioda struktur yang didapat harus memiliki nilai antara 2,1 *second* – 4,28 *second* dan kekakuan struktur antara 0,25 - 0,43 agar memenuhi keseimbangan kekakuan dan keseimbangan periode sesuai kriteria *Caltrans*. Pada hasil desain, nilai periode pada struktur dengan penampang beton *full* memiliki nilai antara 2,69 – 3,06, sedangkan pada penampang beton *hollow* memiliki nilai antara 2,70 – 3,12. Faktor perbesaran pada beton *full* memiliki nilai antara 1,01 - 1,21 dan untuk penampang beton *hollow* memiliki nilai antara 1,018 – 1,26.

**Kata Kunci:** Periode dan Kekakuan, Efek Kelangsingan, Kriteria *Caltrans*, Keseimbangan Kekakuan, Keseimbangan Periode dan Rasio Tulangan.



# **THE STUDY OF LONG PIER COLUMN SECTION REFER TO “SEISMIC DESIGN CRITERIA – CALTRANS”**

**Kenny Ferbian  
NPM: 2014410184**

**Advisor: Altho Sagara, S.T., M.T.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
(Acredited by SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JULY 2018**

## **ABSTRACT**

Indonesia is developing countries which require huge amounts of infrastructure development. The number of valleys and hills in Indonesia, making the need of high pier bridge to connect the location. There are some factors needs to be considered in the design of high piers bridge, such as SNI 2833-2016 about earthquake loads, SNI 1725 – 2014 about loads in the bridge, *Seismic Design Criteria, Caltrans* about periods and stiffness, and slenderness. The case studies are conducted by modelling bridges with 67 Meter, 57 Meter, and 54 Meter height using two types of cross section, full concrete cross section and hollow concrete cross section. The analysis will be assisted using the MIDAS CIVIL software. The dimensions of the piers used have range from 2 Meter – 6 Meter for both cross section with the value of the reinforcement ratio range from 1,01% - 7,04%. The period value of the structure must have a value between 2,1 second – 4,28 second and the stiffness value of the structure between 0,25 – 0,43 to fulfil the balanced of stiffness and balanced of the period according to the *Caltrans* criteria. The design result shows that the period value on the structure with full concrete cross section has a value between 2,69 – 3,06, for hollow concrete has a value between 2,70 – 3,12. The magnification factor in the full concrete cross section has a value between 1,01 – 1,21, for hollow concrete cross section has a value between 1,01 – 1,26.

**Keywords:** Period and Stiffness, Slenderness, *Caltrans* Criteria, Balanced Stiffness, Balanced Period and Reinforcement Ratio.



## **PRAKATA**

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan perlindungan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Studi Variasi Penampang Pilar Tinggi pada Jembatan Mengacu pada Kriteria “Seismic Design – Caltrans”*

Selama menjalani proses penulisan skripsi, terdapat kendala maupun hambatan baik secara langsung maupun tidak langsung yang dirasakan oleh penulis. Namun berkat kritik, saran serta dukungan dari berbagai pihak, maka penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebanyak – banyaknya kepada:

- Dosen pembimbing, Bapak Altho Sagara, S.T., M.T. atas saran, pengarahan, dan masukan yang telah diberikan serta berbagai ilmu yang sangat berharga.
- Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan Pendidikan dan pengetahuan dalam bidang Teknik sipil serta dedikasi mengajar selama masa perkuliahan.
- Dosen penguji, yang telah memberikan masukan dan bimbingan yang diberikan.
- Kedua orang tua dan kedua kakak penulis yang selalu mendukung, mendoakan dan memberikan banyak motivasi bagi penulis selama masa penulisan skripsi.
- Tassya Adrianto yang selalu memberi dukungan kepada penulis selama penulisan skripsi.
- Pak Handrawan, S.T., M.T. yang memberi data wawancara dan informasi selama penelitian.
- Andre, Alvin, dan Fidel yang telah memberikan waktu, bantuan, motivasi serta dukungan selama menuliskan skripsi serta sebagai teman seperjuangan penulis selama masa perkuliahan terutama pada masa penulisan skripsi.

- Musa, Akbar, Alga, Bagus, Bryan, Clifford, Dzacky, Ilham, Isfan, Jova, Kenneth, Kimo, Nyoman, Petra, Raszi, Reyhan, Rizal, Rolando, Samson, Shendy, dan Syauqi atas waktu luang, tempat, dukungan, dan motivasi kepada penulis selama penulisan skripsi.
- Berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proses penulisan skripsi baik secara langsung maupun tidak langsung.

Bandung, Juli 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Kenny Ferbian', written in a cursive style.

Kenny Ferbian

2014410184

# DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Latar Belakang .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan .....	1-3
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-3
1.4 Batasan Masalah.....	1-4
1.5 Metode Penelitian.....	1-5
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-6
BAB 2 DASAR TEORI .....	2-1
2.1 Pengertian Jembatan .....	2-1
2.2 Jenis – Jenis Jembatan .....	2-2
2.3 Bagian Jembatan.....	2-6
2.4 Pilar Jembatan .....	2-13
2.5 Pembebanan Jembatan.....	2-16
2.5.1 Beban Permanen .....	2-17
2.5.2 Beban Lalu Lintas .....	2-18

2.6	Beban Gempa .....	2-22
2.7	Kombinasi Pembebanan .....	2-31
2.8	Faktor Perbesaran Momen .....	2-34
2.9	<i>Caltrans, Seismic Design Criteria</i> .....	2-35
2.9.1	Keseimbangan Kekakuan .....	2-35
2.9.2	Keseimbangan Periode .....	2-36
BAB 3 STUDI KASUS DAN PEMODELAN.....		3-1
3.1	Spesifikasi Fisik Jembatan.....	3-3
3.1.1	Material Beton dan Baja .....	3-3
3.1.2	Spesifikasi Penampang Jembatan .....	3-4
3.2	Pembebanan .....	3-7
3.2.1	Beban Mati.....	3-8
3.2.2	Beban Hidup .....	3-9
3.2.3	Beban Mati Tambahan.....	3-10
3.2.4	Beban Rem.....	3-11
3.2.5	Beban Sendiri.....	3-12
3.2.6	Beban Gempa.....	3-12
3.3	Faktor Perbesaran Momen .....	3-15
3.4	Momen pada Jembatan .....	3-18
3.5	Kombinasi Pembebanan .....	3-21
BAB 4 ANALISIS DATA.....		4-1
4.1	<i>Analisa PierHead</i> .....	4-1
4.2	<i>Design Kolom</i> .....	4-3
4.3	Perbandingan Periode dan Kekakuan Antar Pilar.....	4-13



4.4	Perbandingan Desain Pilar .....	4-14
4.4.1	Gaya Geser Dasar .....	4-14
4.4.2	Perbesaran Momen .....	4-15
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran .....	5-2
DAFTAR PUSTAKA .....		xvii



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$\Delta$	: Defleksi Lateral
BTR	: Beban Terbagi Rata
BGT	: Beban Garis Terpusat
E	: Modulus Elastisitas
$F_{PGA}$	: Faktor amplikasi periode 0 detik
$F_a$	: Faktor amplikasi periode pendek
$F_V$	: Faktor amplikasi periode 1 detik
$g$	: Gravitasi
GPa	: Giga Pascals
H	: Ketinggian
I	: Momen Inersia
$k$	: Kekakuan
$kg$	: Kilogram
$kN$	: Kilo Newton
$kNm$	: Kilo Newton meter
KPa	: Kilo Pascal
l	: Panjang
m	: Meter
$m$	: Massa
mm	: Milimeter
MPa	: Mega Pascal
P	: Beban Gravitasi
PI	: Indeks Plastisitas
$S$	: <i>Second</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia

$T$  : Periode

$W$  : Kadar Air

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Jembatan Layan Sitinjau Laut .....	1-2
Gambar 1.2.	Desain Pilar Tinggi dengan Tipe Kolom Ganda .....	1-3
Gambar 1.3.	Potongan Melintang pada Jembatan .....	1-4
Gambar 1.4.	Potongan Memanjang pada Jembatan .....	1-5
Gambar 2.1.	Jembatan Jalan Raya.....	2-2
Gambar 2.2.	Jembatan Jalan Kereta Api .....	2-2
Gambar 2.3.	Jembatan Pejalan Kaki .....	2-3
Gambar 2.4.	Struktur Atas pada Deck.....	2-6
Gambar 2.5.	Deck Jembatan.....	2-6
Gambar 2.6.	Truss .....	2-7
Gambar 2.7.	Pot Bearing .....	2-7
Gambar 2.8.	Expansion Joint .....	2-8
Gambar 2.9.	Pembagian Span .....	2-8
Gambar 2.10.	Span pada Jembatan Suramadu .....	2-9
Gambar 2.11.	Tiang Pancang dan Pile Cap.....	2-10
Gambar 2.12.	Struktur Bawah pada Pier .....	2-10
Gambar 2.13.	Struktur Bawah pada Abutment .....	2-11
Gambar 2.14.	Struktur Bawah pada Oprit.....	2-12
Gambar 2.15.	Tampak Atas Oprit .....	2-12
Gambar 2.16.	Potongan Melintang Oprit .....	2-12
Gambar 2.17.	Tipe Dinding Penuh.....	2-14
Gambar 2.18.	Tipe Dua Kolom.....	2-14
Gambar 2.19.	Tipe Balok Cap.....	2-15
Gambar 2.20.	Beban Lajur “D”.....	2-19
Gambar 2.21.	Kedudukan Beban Lajur “D” .....	2-20
Gambar 2.22.	Beban Truk “T” .....	2-20
Gambar 2.23.	Gaya Rem per Lajur 2,75 m .....	2-21
Gambar 2.24.	Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (PGA) untuk Probabilitas Terlampai 7% dalam 75 Tahun .....	2-22

Gambar 2.25. Peta Respons Spektra Percepatan 0.2 Detik di Batuan Dasar untuk Probabilitas Terlampaui 7% dalam 75 Tahun.....	2-23
Gambar 2.26. Peta Respons Spektra Percepatan 1 Detik di Batuan Dasar untuk Probabilitas Terlampaui 7% dalam 75 Tahun.....	2-23
Gambar 2.27. Bentuk Tipikal Respons Spektra di Permukaan Tanah .....	2-26
Gambar 2.28. Perbesaran Momen.....	2-34
Gambar 2.29. Efek P-Delta.....	2-35
Gambar 3.1. Gambar 3-D Pilar.....	3-2
Gambar 3.2. Gambar Tampak Atas Pilar.....	3-2
Gambar 3.3. Tampak Depan Pilar 54 Meter.....	3-2
Gambar 3.4. Penampang Pilar Beton Full .....	3-5
Gambar 3.5. Penampang Pilar Beton Hollow.....	3-5
Gambar 3.6. Penampang I Girder .....	3-6
Gambar 3.7. Penampang Pier Head.....	3-7
Gambar 3.8. Beban Mati pada Jembatan .....	3-8
Gambar 3.9. Beban Hidup pada Jembatan.....	3-9
Gambar 3.10. Beban Mati Tambahan pada Jembatan .....	3-10
Gambar 3.11. Beban Rem pada Jembatan.....	3-11
Gambar 3.12. Beban Sendiri pada Jembatan .....	3-12
Gambar 2.24. Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (PGA) untuk Probabilitas Terlampaui 7% dalam 75 Tahun.....	3-13
Gambar 2.25. Peta Respons Spektra Percepatan 0.2 Detik di Batuan Dasar untuk Probabilitas Terlampaui 7% dalam 75 Tahun.....	3-13
Gambar 2.26. Peta Respons Spektra Percepatan 1 Detik di Batuan Dasar untuk Probabilitas Terlampaui 7% dalam 75 Tahun.....	3-14
Gambar 3.13. Respon Spektrum .....	3-14
Gambar 3.14. Gambar Momen Jembatan 67 Meter.....	3-18
Gambar 3.15. Gambar Momen Jembatan 67 Meter Hollow.....	3-19
Gambar 3.16. Gambar Momen Jembatan 57 Meter.....	3-19
Gambar 3.17. Gambar Momen Jembatan 57 Meter Hollow.....	3-20

Gambar 3.18. Gambar Momen Jembatan 54 Meter .....	3-20
Gambar 3.19. Gambar Momen Jembatan 54 Meter Hollow .....	3-21
Gambar 4.1. Pengaruh Momen Terhadap <i>PierHead</i> .....	4-1
Gambar 4.2. Penulangan <i>PierHead</i> .....	4-2
Gambar 4.3. Penulangan Pilar Level 1 pada Jembatan 67 Meter .....	4-3
Gambar 4.4. Diagram Interaksi Pilar Level 1 pada Jembatan 67 Meter .....	4-4
Gambar 4.5. Penulangan Pilar Level 2 pada Jembatan 67 Meter .....	4-4
Gambar 4.6. Diagram Interaksi Pilar Level 2 pada Jembatan 67 Meter .....	4-5
Gambar 4.7. Penulangan Pilar Level 3 pada Jembatan 67 Meter .....	4-5
Gambar 4.8. Diagram Interaksi Pilar Level 3 pada Jembatan 67 Meter .....	4-6
Gambar 4.9. Penulangan Pilar Level 4 pada Jembatan 67 Meter .....	4-6
Gambar 4.10. Diagram Interaksi Pilar Level 4 pada Jembatan 67 Meter .....	4-7
Gambar 4.11. Penulangan Pilar Level 1 pada Jembatan 67 Meter Hollow .....	4-7
Gambar 4.12. Diagram Interaksi Pilar Level 1 pada Jembatan 67 Meter Hollow .....	4-8
Gambar 4.13. Penulangan Pilar Level 2 pada Jembatan 57 Meter .....	4-8
Gambar 4.14. Diagram Interaksi Pilar Level 2 pada Jembatan 57 Meter .....	4-9
Gambar 4.15. Penulangan Pilar Level 3 pada Jembatan 57 Meter Hollow .....	4-9
Gambar 4.16. Diagram Interaksi Pilar Level 3 pada Jembatan 57 Meter Hollow .....	4-10
Gambar 4.17. Penulangan Pilar Level 4 pada Jembatan 54 Meter .....	4-10
Gambar 4.18. Diagram Interaksi Pilar Level 4 pada Jembatan 54 Meter .....	4-11
Gambar 4.19. Penulangan Pilar Level 3 pada Jembatan 54 Meter Hollow .....	4-11
Gambar 4.20. Diagram Interaksi Pilar Level 3 pada Jembatan 54 Meter Hollow .....	4-12





## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Jenis Jembatan Berdasarkan Bentang.....	2-4
Tabel 2.2.	Bentang Maksimum Jembatan Standar untuk Berbagai Jenis dan Bahan .....	2-5
Tabel 2.3.	Jenis – Jenis Pilar Tipikal .....	2-15
Tabel 2.4.	Beban Rencana Jembatan .....	2-17
Tabel 2.5.	Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana.....	2-21
Tabel 2.6.	Kelas Situs .....	2-24
Tabel 2.7.	Faktor Amplikasi untuk Periode 1 Detik ( $F_v$ ).....	2-25
Tabel 2.8.	Faktor Amplikasi untuk Periode 0 Detik dan 0.2 Detik .....	2-26
Tabel 2.9.	Zona Gempa .....	2-28
Tabel 2.10.	Faktor Modifikasi Respons untuk Bangunan Bawah .....	2-28
Tabel 2.11.	Faktor Modifikasi Respons untuh Hubungan antar Elemen Struktur .....	2-29
Tabel 2.12.	Persyaratan Analisis Minimum untuk Pengaruh Gempa.....	2-30
Tabel 2.13.	Persyaratan Jembatan Beraturan.....	2-31
Tabel 2.14.	Kombinasi Pembebanan .....	2-32
Tabel 3.1.	Spesifikasi Material Baja Tulangan.....	3-3
Tabel 3.2.	Spesifikasi Material Beton .....	3-4
Tabel 3.3.	Ukuran Pilar Beton Full.....	3-4
Tabel 3.4.	Ukuran Pilar Beton Hollow .....	3-5
Tabel 3.5.	Tinggi Level .....	3-6
Tabel 3.6.	Ukuran I Girder .....	3-6
Tabel 3.7.	Faktor Modifikasi Respons untuk Bangunan Bawah .....	3-15
Tabel 3.8.	Faktor Perbesaran Pilar 67 Meter Beton Full .....	3-16
Tabel 3.9.	Faktor Perbesaran Pilar 67 Meter Beton Hollow .....	3-16
Tabel 3.10.	Faktor Perbesaran Pilar 57 Meter Beton Full .....	3-17
Tabel 3.11.	Faktor Perbesaran Pilar 57 Meter Beton Hollow .....	3-17
Tabel 3.12.	Faktor Perbesaran Pilar 54 Meter Beton Full .....	3-17
Tabel 3.13.	Faktor Perbesaran Pilar 54 Meter Beton Hollow .....	3-18

Tabel 3.14.	Kombinasi Pembebanan.....	3-22
Tabel 4.1.	Nilai Periode dan Kekakuan Pilar.....	4-13
Tabel 4.2.	Nilai Gaya Geser Dasar .....	4-14
Tabel 4.3.	Nilai Faktor Perbesaran Maksimum .....	4-15

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Design Kolom*

Lampiran 2 *Penulangan Pierhead*



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sedang berkembang untuk menjadi negara maju. Sebagai negara yang sedang berkembang, Indonesia memerlukan pembangunan infrastruktur – infrastruktur. Dengan adanya pembangunan infrastruktur yang terjadi, maka lahan – lahan yang ada harus dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Di sisi lain, berkembangnya infrastruktur juga harus didukung oleh sistem transportasi yang memadai.

Jembatan sebagai penunjang sistem transportasi yang diperlukan pada kondisi saat ini. Jembatan adalah penghubung antara dua lokasi yang terpisah baik karena hambatan lingkungan alam seperti sungai, selat, jurang, dan lain – lain maupun lingkungan buatan seperti jalan raya, jalan rel, drainase, dan lain – lain. Jenis jembatan berdasarkan fungsi, lokasi, bahan konstruksi, dan tipe struktur sekarang ini telah mengalami perkembangan pesat sesuai dengan kemajuan teknologi, mulai dari yang sederhana sampai pada konstruksi yang mutakhir. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan aktifitas – aktifitas perekonomian yang ada. Jembatan berdasarkan fungsinya dapat dibedakan menjadi jembatan kereta api, jembatan jalan raya, dan jembatan penyeberangan. Jembatan untuk jalan raya sangat diperlukan sebagai salah satu prasarana transportasi yang mempunyai peranan yang penting di dalam kelancaran transportasi untuk pemenuhan kebutuhan hidup. Seiring dengan makin berkembangnya teknologi angkutan jalan raya, maka konstruksi jembatan harus direncanakan sesuai dengan tuntutan transportasi baik dari segi kecepatan, kenyamanan, maupun keamanan.

Pilar merupakan penopang utama pada jembatan. Pilar pada jembatan memiliki berbagai tipe dan jenis seperti pilar tunggal, majemuk, dan dinding. Pada SNI 2833 dijelaskan bahwa pilar yang memiliki tinggi lebih dari 30m, dapat dikatakan pilar tinggi. Pilar dengan tipe portal kolom ganda atau majemuk paling banyak digunakan pada jembatan – jembatan yang memiliki pilar tinggi dikarenakan gaya gempa yang

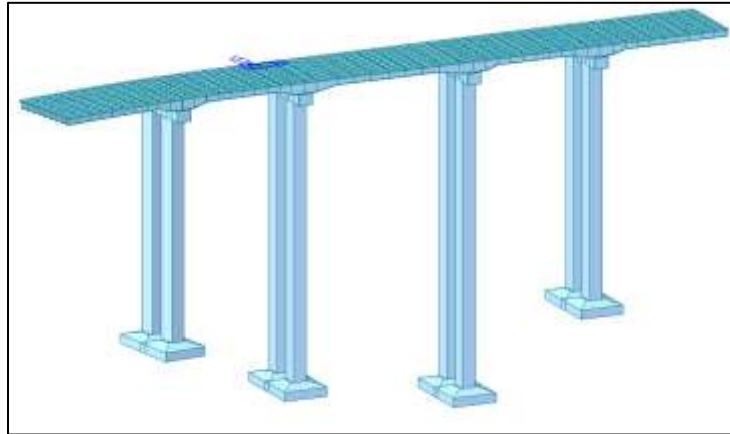
diterima oleh pilar tersebut lebih kecil dibandingkan tipe pilar lainnya. Pilar dengan bentangan tumpuan sederhana, menahan beban berupa beban jalan raya, beban mati yang berasal dari gelagar. Selain itu pilar sendiri menahan beban berupa beban gempa, beban angin, beban mati, dan lain – lain. Beban gempa merupakan salah satu beban yang harus diperhitungkan dengan baik sesuai dengan peraturan peraturan yang ada. SNI 2833. Kriteria *Seismic Design, Caltrans* memberikan batasan yang harus diperhatikan dalam perencanaan struktur jembatan tahan gempa. Ketepatan pemilihan tipe beton pada pilar sesuai dengan kriteria yang ada sangat berpengaruh dalam pembebanan yang diberikan pada jembatan tersebut.

Dalam kriteria *Seismic Design, Caltrans* dijelaskan bahwa kekuatan pilar tinggi dalam menahan beban gempa dapat ditingkatkan dengan cara penyeimbangan kekakuan dan pemerataan beban yang diterima. Hal ini dapat dilakukan dengan cara membandingkan kekakuan dan periode antara pilar satu dengan pilar lainnya.



**Gambar 1.1. Jembatan Layan Sitinjau Laut**

(Sumber: <http://keluargakubercerita.blogspot.co.id/2014/12/>)



**Gambar 1.2. Desain Pilar Tinggi dengan Tipe Kolom Ganda**

## **1.2 Inti Permasalahan**

Pemilihan variasi penampang antara pilar hollow dan beton full pada desain pilar tinggi berbentuk kolom majemuk yang mengacu pada kriteria *Seismic Design, Caltrans*.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

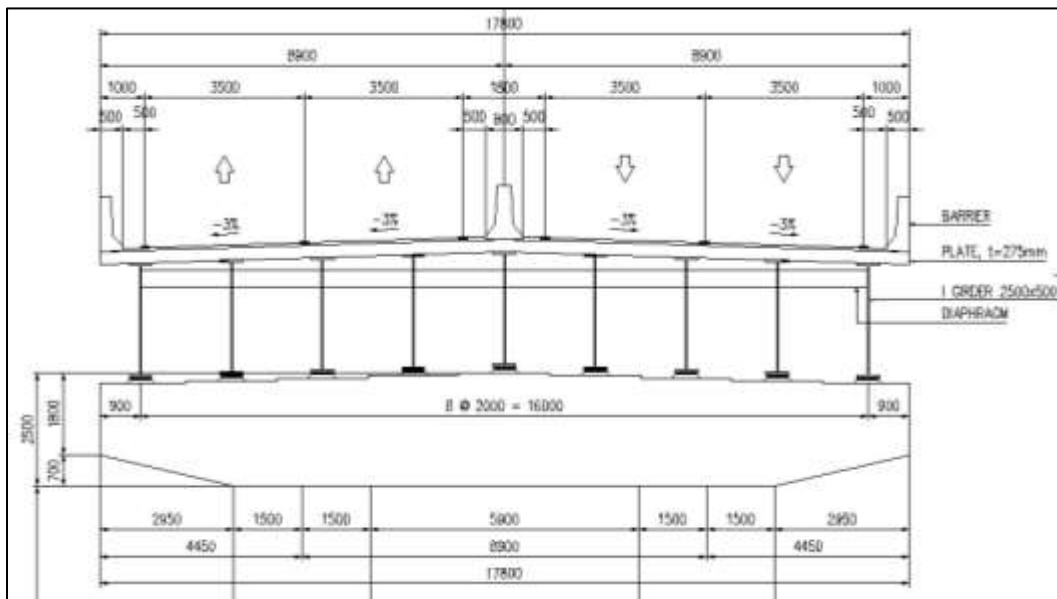
Tujuan dari penelitian ini adalah:

- Mendesain pilar tinggi dengan variasi penampang sesuai dengan standar SNI 1725-2016, SNI 2833-2016, dan kriteria *Seismic Design, Caltrans*.
- Mengetahui pengaruh kriteria *Seismic Design, Caltrans* terhadap desain pilar.
- Menentukan faktor – faktor yang mempengaruhi perencanaan desain pilar tinggi.

#### 1.4 Batasan Masalah

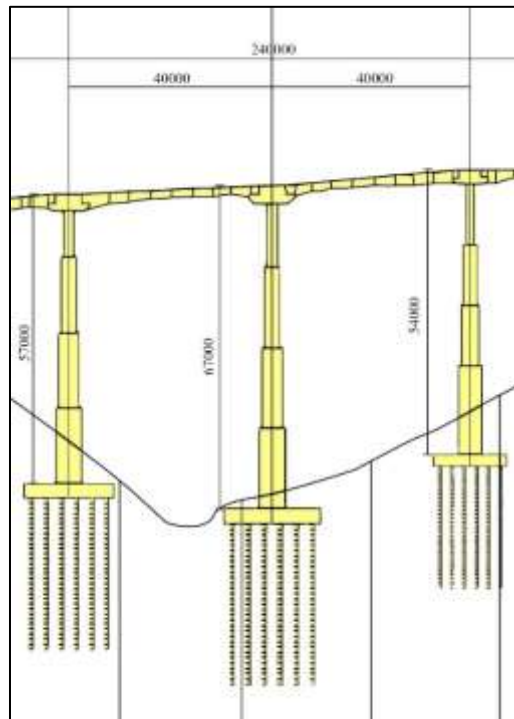
Desain pilar pada penelitian ini akan terfokus pada:

- Pembebanan pada jembatan menggunakan SNI 1725-2016
- Beban gempa yang diberikan pada jembatan menggunakan SNI 2833-2016
- Material pada beton menggunakan  $f_c = 30 \text{ MPa}$
- Desain pada jembatan mengikuti kriteria *Seismic Design, Caltrans*.
- Potongan melintang pada jembatan ditunjukkan pada gambar 1.3 dan potongan memanjang pada jembatan ditunjukkan pada gambar 1.4.
- Menggunakan variasi penampang berupa beton *full* dan beton *hollow*.



Gambar 1.3. Potongan Melintang pada Jembatan





**Gambar 1.4. Potongan Memanjang pada Jembatan**

Desain ini mengacu berdasarkan studi kasus Jembatan Layang Panorama I (Sitinjau Laut), Padang, Indonesia.

### **1.5 Metode Penelitian**

Data-data dikumpulkan melalui hasil pertanyaan – pertanyaan dan kondisi pada saat ini. Selanjutnya akan dilakukan analisis terhadap data-data tersebut untuk memperoleh jawaban dari pertanyaan yang telah dirumuskan. Pengumpulan data diperoleh melalui:

1. Studi literatur

Studi literatur bertujuan untuk memperoleh teori-teori dasar yang berhubungan dengan topik bahasan sebagai landasan dan acuan dalam penelitian.

2. Studi Analisis

Analisis dilakukan dengan cara membuat desain jembatan dalam bentuk 3 dimensi dan 2 dimensi menggunakan program MIDAS untuk membantu proses penelitian dan analisis.

## 1.6 Sistematika Penulisan

### BAB 1 – PENDAHULUAN

Menjelaskan tujuan dan dasar dari penyusunan laporan penelitian. Bab ini mencakup latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

### BAB 2 – DASAR TEORI

Menjelaskan pengertian jembatan secara umum dan menjabarkan jenis – jenis jembatan. Pada bab ini juga menjelaskan bagian – bagian pada jembatan serta perhitungan beban – beban yang akan diberikan pada desain jembatan. Penjelasan teori mengenai faktor – faktor yang mempengaruhi desain pilar jembatan juga dimasukkan ke dalam bab ini.

### BAB 3 – PEMODELAN

Memaparkan spesifikasi fisik jembatan berupa spesifikasi material beton dan baja yang digunakan dan spesifikasi penampang jembatan. Pada bab ini juga dijelaskan perhitungan pembebanan – pembebanan yang diberikan ke model yang telah dibuat. Beban berupa beban mati, beban hidup, beban mati tambahan, beban rem, berat sendiri, dan beban gempa. Efek kelangsingan pada jembatan dijabarkan dalam juga dalam bab ini disertai dengan perhitungannya. Penjelasan mengenai pengaruh beban – beban pada jembatan berupa momen ditunjukkan pada tabel ini berikut dengan gambar dan hasil nilai momen. Kombinasi pembebanan yang dipakai dalam model ini juga dimasukkan ke dalam bab ini.

### BAB 4 – ANALISIS DATA

Bab ini menjabarkan hasil analisis pada desain berupa penulangan pada *pierhead*, desain kolom pada jembatan, perbandingan kekakuan dan periode pada pilar, perbandingan faktor perbesaran momen, dan perbandingan gaya geser dasar,

### BAB 5 – KESIMPULAN DAN SARAN

Menjelaskan kesimpulan dan memberikan saran yang ditemukan dari hasil analisa pilar tinggi mengikuti kriteria *Caltrans*. Kesimpulan yang ditemukan menjawab pertanyaan penelitian dan memberi solusi terhadap permasalahan yang telah dirumuskan.