

SKRIPSI

**KAJIAN PERKUATAN STRUKTUR JEMBATAN
BALANCED CANTILEVER YANG DISESUAIKAN
DENGAN PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA
INDONESIA TAHUN 2017**



**SUDANDY
NPM : 2017410011**

PEMBIMBING: Altho Sagara, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-
PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**

SKRIPSI

**KAJIAN PERKUATAN STRUKTUR JEMBATAN
BALANCED CANTILEVER YANG DISESUAIKAN
DENGAN PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA
INDONESIA TAHUN 2017**



**SUDANDY
NPM : 2017410011**

PEMBIMBING: Altho Sagara, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-
PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**

SKRIPSI

**KAJIAN PERKUATAN STRUKTUR JEMBATAN
BALANCED CANTILEVER YANG DISESUAIKAN
DENGAN PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA
INDONESIA TAHUN 2017**



SUDANDY

NPM : 2017410011

BANDUNG, 02 Februari 2021

PEMBIMBING:

Altho Sagara, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-
PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**

PERNYATAAN

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

Nama : Sudandy

NPM : 2017410011

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

***KAJIAN PERKUATAN STRUKTUR JEMBATAN BALANCED CANTILEVER
YANG DISESUAIKAN DENGAN PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA
INDONESIA TAHUN 2017***

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.

Bandung, 01 Februari 2021



Sudandy

2017410011

**KAJIAN PERKUATAN STRUKTUR JEMBATAN *BALANCED CANTILEVER*
YANG DISESUAIKAN DENGAN PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA
INDONESIA TAHUN 2017**

**Sudandy
NPM: 2017410011**

Pembimbing: Altho Sagara, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-
PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**

ABSTRAK

Gempa bumi merupakan salah satu dari banyak bencana alam yang banyak terjadi di Indonesia. Salah satu dampak dari gempa bumi adalah rusaknya bangunan/struktur salah satunya adalah jembatan. Jembatan merupakan salah satu infrastruktur yang penting untuk berpindah dari satu tempat menuju tempat lain. Karena itu jembatan memerlukan pengecekan terhadap beban gempa terkini agar dapat menahan beban. Pada penulisan skripsi ini, dilakukan analisis terhadap jembatan eksisting yaitu jembatan *Balanced Cantilever* yang didesain terhadap Peta Gempa 2010 dan akan diupdate bebannya menjadi beban gempa menurut Peta Gempa 2017 dimana pilar jembatan tidak mampu menahan beban gempa 2017. Sehingga dilakukan perkuatan jembatan dengan metode pelapisan *FRP (Fibre Reinforced Polymer)* dan *Concrete Jacketing*. Setelah pemberian perkuatan metode pelapisan *FRP* sejumlah 8 lembar pilar tetap tidak mampu menahan beban gempa 2017. Sedangkan, perkuatan menggunakan metode *Concrete Jacketing* dengan rasio tulangan 1,44% dari luas penampang dan ketebalan *jacketing* sebesar 200mm mampu menahan beban gempa 2017 serta mampu meningkatkan rasio kapasitas pilar sebesar 68,87%.

Kata kunci : Jembatan, beban gempa, perkuatan, *FRP*, *concrete jacketing*

**STUDY OF THE STRENGTHENING OF THE BALANCED CANTILEVER
BRIDGE STRUCTURE ADJUSTED TO THE SOURCE AND HAZARD MAP
OF INDONESIAN EARTHQUAKE IN 2017**

**Sudandy
NPM: 2017410011**

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

**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
FEBRUARY 2021**

ABSTRACT

Earthquakes are one of the many natural disasters that occur in Indonesia. One of the effects of the earthquake is the damage to buildings / structures, one of which is a bridge. Bridges are an important infrastructure for moving from one place to another. Therefore, the bridge requires checking against the latest earthquake loads in order to withstand the load. In the writing of this thesis, an analysis of the existing bridge namely the Balanced Cantilever bridge which is designed against the 2010 Earthquake Map and the load will be updated to the earthquake load according to the 2017 Earthquake Map where the bridge pillars are not able to withstand the 2017 earthquake load. To strengthening the pillar using FRP layering (Fiber Reinforced Polymer) and Concrete Jacketing. After the strengthening of the FRP coating method using 8 ply FRP pillars were still unable to withstand the 2017 earthquake load. Meanwhile, reinforcement using the Concrete Jacketing method with a reinforcement ratio of 1.44% of the cross-sectional area and a jacketing thickness of 200 mm was able to withstand the 2017 earthquake loads and was able to increase the pillar capacity ratio 68.87%.

Keywords : Bridge, earthwakeup load, strengthening, FRP, concrete jacketing

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, pertolongan, kemudahan dan perlindungan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Kajian Perkuatan Struktur Jembatan yang Disesuaikan Dengan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 ” ini dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses penyusunan skripsi, banyak sekali hambatan baik itu bersifat fisik, emosional, dan mental dalam skala besar maupun kecil yang dialami oleh penulis. Namun, penulis sangat bersyukur atas hadirnya orang-orang yang memberikan saran, kritik, bantuan, dan semangat kepada penulis selama proses pengerjaan skripsi. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada orang-orang tersebut, yaitu :

1. The Kok Tiong dan Mariana Pardi selaku kedua orang tua penulis, Angelica selaku adik kandung yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi yang menguatkan penulis dalam proses pengerjaan skripsi.
2. Bapak Altho Sagara S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan yang sangat berharga, sabar, dan membantu penulis selama proses pengerjaan skripsi.
3. Seluruh dosen dan staff pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu, pendidikan, dan pengetahuan dalam bidang teknik sipil.
4. Alvin Setiawan, Elizabeth Manao, Michael Chang, Ryan Gilang, Wilson Widagdo, Yehezkiel Orchestra, serta teman-teman lainnya yang tidak dapat disebut satu per satu yang selalu melakukan penghiburan kepada penulis selama perkuliahan dan proses skripsi berlangsung.
5. Muhammad Fahri, Rosdina Ningrum, Natanael Eduardo, Muhammad Fathur Abrar, dan Bryan Lim selaku teman seperjuangan skripsi yang telah banyak membantu penulis.

6. Seluruh teman-teman Teknik Sipil angkatan Angsa 2017 atas kebersamaan dan kenangan selama perkuliahan.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan yang telah banyak memberikan dukungan bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan ketidaksempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka apabila ada kritik dan saran yang dapat mengisi kekurangan pada skripsi ini dan menjadi lebih baik. Penulis berharap hasil penulisan skripsi ini dapat berguna pada masa mendatang khususnya di bidang Teknik Sipil.



Bandung, 01 Februari 2021

Sudandy

2017410011

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xx
DAFTAR TABEL.....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-2
1.5 Metode Penelitian.....	1-4
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-5
BAB 2 DASAR TEORI.....	2-1
2.1 Jembatan.....	2-1
2.2 Jembatan <i>Box Girder</i>	2-1
2.3 Jembatan Metode <i>Balanced Cantilever</i>	2-3
2.4 Persyaratan Perencanaan Beton Prategang.....	2-3
2.5 Persyaratan Perencanaan Pilar Jembatan.....	2-5
2.6 Metode Perkuatan Element Jembatan.....	2-6

2.7 Fibre Reinforced Polymer (FRP)	2-6
2.7.1 Pedoman Perencanaan Perkuatan Struktur dengan FRP (ACI 440.2R-17) 2-7	
2.8 Concrete Jacketing	2-13
2.9 Pembebanan.....	2-16
2.9.1 Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan.....	2-16
2.9.2 Beban Permanen	2-19
2.9.2.1 Berat Sendiri (MS)	2-19
2.9.2.2 Berat mati tambahan / utilitas (MS)	2-20
2.9.2.3 Pengaruh Rangkak dan Susut	2-21
2.9.2.4 Pengaruh Prategang	2-21
2.9.3 Beban Lalu Lintas.....	2-22
2.9.3.1 Beban lajur “D”	2-22
2.9.3.2 Beban Truk “T”	2-23
2.9.3.3 Faktor Beban Dinamis (FBD)	2-24
2.9.3.4 Beban rem (TB).....	2-25
2.9.4 Beban Gempa	2-26
2.9.4.1 Prosedur Umum.....	2-27
2.9.4.2 Pengaruh Situs	2-30
2.9.4.3 Faktor Situs.....	2-31
2.9.4.4 Respon Spektrum Rencana.....	2-32
2.9.4.5 Faktor Modifikasi Respon	2-32
2.9.4.6 Kombinasi Pengaruh Gaya Gempa.....	2-33
2.9.5 Beban Temperature.....	2-33

BAB 3 Pemodelan dan Analisis struktur jembatan.....	3-1
3.1 Studi Kasus	3-1
3.1.1 Deskripsi Jembatan	3-1
3.2 Pembebanan Jembatan	3-1
3.2.1 Berat Sendiri.....	3-2
3.2.2 Berat Mati Tambahan.....	3-2
3.2.3 Beban Hidup	3-3
3.2.4 Beban Truk.....	3-5
3.2.5 Beban Rem.....	3-6
3.2.6 Beban Temperature	3-6
3.2.7 Pengaruh Rangkak dan Susuk.....	3-7
3.2.8 Beban Gempa.....	3-7
3.3 Struktur <i>Box Girder</i> Jembatan	3-10
3.3.1 Tegangan Yang Terjadi Pada Girder.....	3-11
3.2 Struktur Pilar Jembatan	3-14
3.2.1 Gaya Dalam.....	3-16
3.2.2 Analisis Pilar Jembatan Akibat Beban Yang Diberikan	3-18
BAB 4 ANALISIS perkuatan pada jembatan	4-1
4.1 Perkuatan dengan <i>Fibre Reinforced Polymer (FRP)</i>	4-1
4.2 Perkuatan Dengan <i>Concrete Jacketing</i>	4-2
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xvii



DAFTAR NOTASI

- $\emptyset P_n$: Kekuatan aksial nominal beton (kN)
- $\emptyset P_{n,req}$: Kekuatan aksial nominal beton yang dibutuhkan (kN)
- $\emptyset M_n$: Momen nominal beton (kN)
- ε_c' : Regangan maksimum beton, diambil 0,002 (mm/mm)
- ε_{ccu} : Regangan ultimit tekan beton yang telah diperkuat (mm/mm)
- ε_{fe} : Regangan efektif perkuatan FRP untuk mencapai gagal (mm/mm)
- ε_{fu} : Regangan ultimit FRP perencanaan (mm/mm)
- ε_{fu}^* : Regangan ultimit FRP, data dari pabrik (mm/mm)
- ε_{sy} : Regangan pada kuat leleh tulangan nonpratekan (mm/mm)
- ε'_t : Transisi regangan pada kurva tegangan-regangan untuk perkuatan FRP pada beton (mm/mm)
- ρ_g : Rasio luas tulangan longitudinal terhadap luas penampang beton
- γ_{MS} : Faktor beban berat sendiri
- γ_{MA} : Faktor beban beban tambahan
- γ_{TD} : Faktor beban "D"
- γ_{TT} : Faktor beban "T"
- γ_{BF} : Faktor gaya friksi
- γ_{PR} : Faktor gaya prategang
- ψ_f : Faktor reduksi parsial kekuatan FRP
- A_c : Luas penampang beton yang mengalami tekan (mm²)
- A_e : Luas penampang beton efektif (mm²)
- A_g : Luas penampang beton (mm²)
- A_{st} : Luas tulangan longitudinal pada kolom beton (mm²)
- b : Lebar penampang kolom eksisting (mm)
- BF : Gaya friksi
- c : Jarak dari sumbu netral ke serat tekan terjauh (mm)
- C_E : Faktor reduksi akibat lingkungan
- d : Jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan longitudinal (mm)

E_2 : Kemiringan linear dari model tegangan-regangan untuk perkuatan FRP pada beton (MPa)

E_c : Modulus elastisitas beton

ET : Gaya akibat temperatur gradien

EU_n : Gaya akibat temperatur seragam

EF : Gaya apung

E_f : Modulus elastisitas FRP (MPa)

EQ : Gaya gempa

EW_S : Beban angin pada struktur

EW_L : Beban angin pada kendaraan

EU : Beban arus dan hanyutan

f_c' : Mutu beton

f_{cc} : Kuat tekan beton terkekang (MPa)

f_{fu} : Kekuatan ultimit FRP perencanaan (MPa)

f_{fu}^* : Kekuatan ultimit FRP, data dari pabrik (MPa)

f_i : Batas tekanan maksimum FRP (MPa)

f_{si} : Tegangan tulangan longitudinal pada lapisan ke- i (MPa)

f_y : Kuat leleh tulangan longitudinal (MPa)

FBD : Faktor Beban Dinamis

h : Tinggi penampang kolom eksisting (mm)

K_a : Faktor efisiensi perkuatan FRP untuk penentuan f_{cc}

K_b : Faktor efisiensi perkuatan FRP untuk penentuan ϵ_{ccu}

K_e : Faktor efisiensi perkuatan FRP untuk penentuan ϵ_{ccu}

MA : Beban mati perkerasan dan utilitas

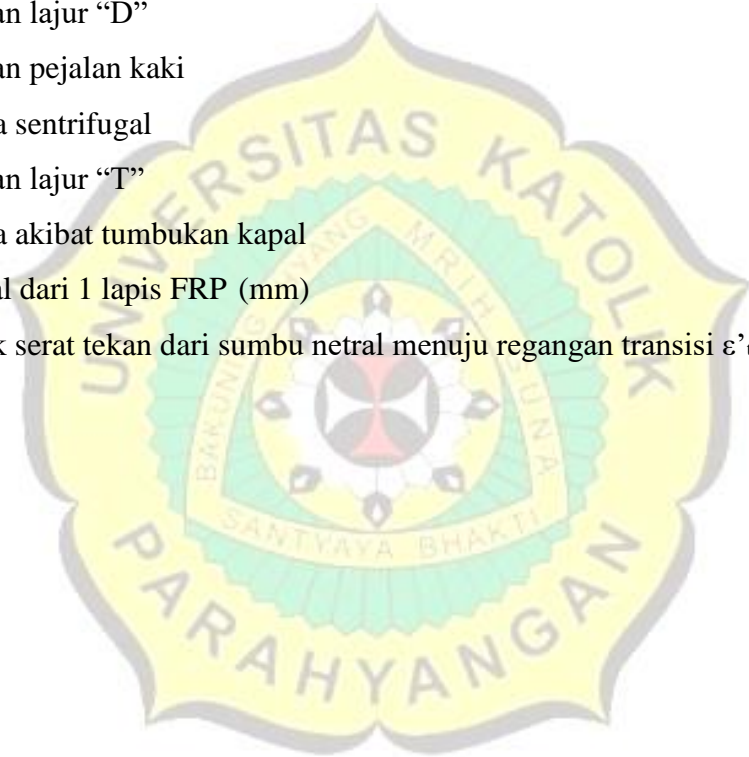
MS : Beban mati komponen struktural dan non struktural jembatan

n : Jumlah lapisan FRP yang digunakan

p : Intensitas beban garis tepusat (BGT)

PL : Gaya-gaya yang terjadi pada struktur jembatan yang disebabkan oleh proses pelaksanaan, termasuk semua gaya yang terjadi akibat perubahan statika yang terjadi pada konstruksi segmental

- PR* : Prategang
- q* : Intensitas beban terbagi rata (BTR)
- r_c* : Radius tepi penampang beton (mm)
- SE* : Beban akibat penurunan
- SH* : Gaya akibat susut/rangkak
- TA* : Gaya horizontal akibat tekanan tanah
- TB* : Gaya akibat rem
- TC* : Gaya akibat tumbukan kendaraan
- TD* : Beban lajur "D"
- TP* : Beban pejalan kaki
- TR* : Gaya sentrifugal
- TT* : Beban lajur "T"
- TV* : Gaya akibat tumbukan kapal
- t_f* : Tebal dari 1 lapis FRP (mm)
- y_t* : Jarak serat tekan dari sumbu netral menuju regangan transisi ϵ'_t (mm)



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jumlah Kejadian Gempa Bumi di Indonesia	1-1
Gambar 1.2 Tampak Samping Jembatan	1-3
Gambar 1.3 Tampak Depan Jembatan.....	1-3
Gambar 1.4 Potongan Melintang <i>Box Girder</i> Pada Tumpuan dan Lapangan	1-4
Gambar 2.1 Penampang Melintang <i>Box Girder Single-Cell</i>	2-2
Gambar 2.2 Penampang Melintang <i>Box Girder Multi-Cell</i>	2-2
Gambar 2.3 Tahap Konstruksi Pelaksanaan Jembatan Metode <i>Balanced Cantilever</i>	2-3
Gambar 2.4 Luas efektif kolom persegi	2-9
Gambar 2.5 Diagram Interaksi Kolom Sebelum dan Sesudah Perkuatan FRP	2-13
Gambar 2.6 Detail Pilar Beton Setelah Diberi Perkuatan <i>Concrete Jacketing</i>	2-15
Gambar 2.7 Beban Lajur “D”	2-23
Gambar 2.8 Pembebanan pada truk.....	2-24
Gambar 2.9 Faktor beban dinamis untuk beban T untuk lajur pembebanan “D” ...	2-25
Gambar 2.10 Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	2-27
Gambar 2.11 Peta respon spectra percepatan 0.2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	2-27
Gambar 2.12 Peta respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	2-28
Gambar 2.13 Peta percepatan puncak di batuan dasar (SB) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	2-28
Gambar 2.14 Peta respon spectra percepatan 0.2 detik dengan redaman 5% di batuan dasar (SB) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	2-29
Gambar 2.15 Peta respon spektra percepatan 1 detik dengan redaman 5% di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun.....	2-29
Gambar 2.16 Bentuk Tipikal Respons Spektra di Permukaan Tanah	2-32
Gambar 3.1 Pemodelan Jembatan pada Aplikasi Midas Civil	3-1
Gambar 3.2 Pembebanan Jembatan Akibat Berat Aspal	3-2
Gambar 3.3 Pembebanan Jembatan Akibat Beban Barrier	3-3

Gambar 3.4 Pembebanan Jembatan Akibat BTR di Tengah Bentang	3-4
Gambar 3.5 Pembebanan Jembatan Akibat BTR di Ujung Bentang	3-4
Gambar 3.6 Pembebanan Jembatan Akibat BGT di Tengah Bentang	3-5
Gambar 3.7 Pembebanan Jembatan Akibat BGT di Ujung Bentang	3-5
Gambar 3.8 Pemasukan Beban Truk Pada Aplikasi Midas	3-5
Gambar 3.9 Pembebanan Jembatan Akibat Beban Rem.....	3-6
Gambar 3.10 Temperature di Surabaya (Sumber : google weather).....	3-6
Gambar 3.11 Pembebanan Jembatan Akibat Beban Temperature.....	3-7
Gambar 3.12 Pengaruh Rangkak Susut pada Aplikasi Midas Civil	3-7
Gambar 3.13 Grafik Respon Spektra Rencana Daerah Surabaya	3-10
Gambar 3.14 Penampang Melintang Box Girder.....	3-10
Gambar 3.15 Layout Jarak Tendon Pada Tumpuan dan Lapangan	3-11
Gambar 3.16 Tata Letak Tendon Pada Tumpuan dan Lapangan.....	3-11
Gambar 3.17 Jumlah Strand Yang Terpasang Dan Jumlah Tendon Pada Posisi.....	3-11
Gambar 3.18 Diagram Tegangan Serat Atas CS 1.....	3-12
Gambar 3.19 Diagram Tegangan Serat Bawah CS 1.....	3-12
Gambar 3.20 Diagram Tegangan Serat Atas CS 17.....	3-13
Gambar 3.21 Diagram Tegangan Serat Bawah CS 17.....	3-13
Gambar 3.22 Diagram Tegangan Serat Atas Masa Layan.....	3-14
Gambar 3.23 Diagram Tegangan Serat Bawah Masa Layan	3-14
Gambar 3.24 Penampang Pilar Jembatan	3-15
Gambar 3.25 Detail Penampang Pilar Jembatan.....	3-15
Gambar 3.26 Penamaan Pada Pilar Jembatan	3-16
Gambar 3.27 Diagram Interaksi P-M Pilar Eksisting	3-19
Gambar 4.1 Diagram Interaksi P-M Sebelum dan Sesudah Diperkuat FRP.....	4-2
Gambar 4.2 Diagram Interaksi P-M Setelah Diberi <i>Concrete Jacketing</i>	4-4
Gambar 4.3 Diagram Interaksi P-M Sebelum dan Setelah Diberi Perkuatan <i>Concrete Jacketing</i>	4-4
Gambar 4.4 Detail Penampang Pilar Setelah Diberi <i>Concrete Jacketing</i>	4-5
Gambar L1.1 Rasio Kapasitas Aksial dan Lentur dari Pilar 1 (Model 2010).....	L1-1

Gambar L1.2 Rasio Kapasitas Aksial dan Lentur dari Pilar 2 (Model 2010)L1-1
Gambar L1.3 Rasio Kapasitas Aksial dan Lentur dari Pilar 3 (Model 2010)L1-1
Gambar L1.4 Rasio Kapasitas Aksial dan Lentur dari Pilar 4 (Model 2010)L1-2
Gambar L1.5 Rasio Kapasitas Aksial dan Lentur dari Pilar 1 (Model 2017)L1-2
Gambar L1.6 Rasio Kapasitas Aksial dan Lentur dari Pilar 2 (Model 2017)L1-2
Gambar L1.7 Rasio Kapasitas Aksial dan Lentur dari Pilar 3 (Model 2017)L1-3
Gambar L1.8 Rasio Kapasitas Aksial dan Lentur dari Pilar 4 (Model 2017)L1-3
Gambar L1.9 Rasio Kapasitas Aksial dan Lentur dari Pilar 3 (Model *Jacketing*) ..L1-3





DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor reduksi lingkungan terhadap material FRP	2-8
Tabel 2.2 Kombinasi beban dan faktor beban.....	2-18
Tabel 2.3 Berat isi untuk beban mati	2-19
Tabel 2.4 Faktor beban untuk berat sendiri.....	2-20
Tabel 2.5 Faktor beban untuk beban mati tambahan	2-20
Tabel 2.6 Faktor Beban Akibat Susut dan Rangkak	2-21
Tabel 2.7 Faktor Beban akibat Pengaruh Prategang	2-21
Tabel 2.8 Faktor beban untuk beban lajur “D”	2-22
Tabel 2.9 Faktor beban untuk beban truk “T”	2-23
Tabel 2.10 Kelas situs	2-30
Tabel 2.11 Faktor Amplifikasi untuk Periode 0 Detik dan 0,2 Detik (FPGA/Fa) ...	2-31
Tabel 2.12 Besarnya Nilai Faktor Amplifikasi untuk Periode 1 Detik (Fv)	2-31
Tabel 2.13 Faktor Modifikasi Respons (R) untuk Bangunan Bawah.....	2-32
Tabel 2.14 Temperature Jembatan Nominal	2-34
Tabel 3.1 Respon Spektrum di Surabaya Berdasarkan Peta Gempa 2010.....	3-8
Tabel 3.2 Respon Spektrum di Surabaya Berdasarkan Peta Gempa 2017.....	3-9
Tabel 3.3 Gaya Dalam Pada Pilar 1	3-16
Tabel 3.4 Gaya Dalam Pada Pilar 2	3-17
Tabel 3.5 Gaya Dalam Pada Pilar 3	3-17
Tabel 3.6 Gaya Dalam Pada Pilar 4	3-18
Tabel 3.7 Pengecekan Rasio Kapasitas Jembatan Akibat Beban Gempa 2010	3-18
Tabel 3.8 Pengecekan Rasio Kapasitas Jembatan Akibat Beban Gempa 2017	3-19
Tabel 3.9 Pengecekan Geser Nominal Terhadap Geser Ultimit	3-19
Tabel 4.1 Besar Aksial dan Lentur Pilar Setelah Perkuatan Pelapisan FRP.....	4-1
Tabel 4.2 Gaya Dalam Pada Pilar 3 Setelah Diberi <i>Jacketing</i>	4-3
Tabel 4.3 Pengecekan Rasio Kapasitas Jembatan Setelah <i>Jacketing</i>	4-3
Tabel 4.4 Pengecekan Geser Nominal Terhadap Geser Ultimit Sesudah <i>Jacketing</i> ..	4-3



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 HASIL OUTPUT MIDAS (RASIO KAPASITAS PILAR) L1-1

LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN PERKUATAN FRP L2-1



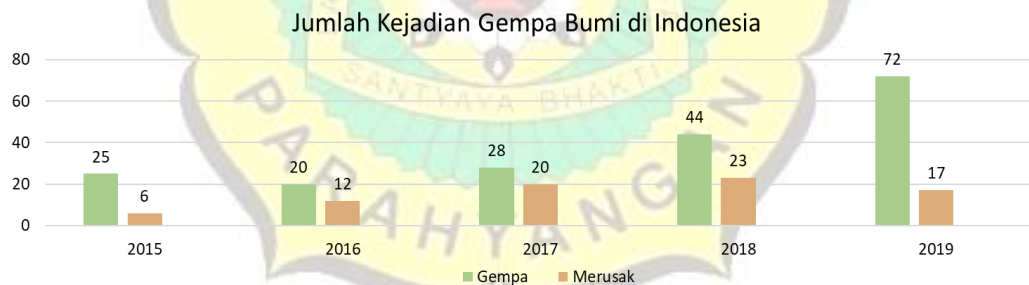


BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Gempa bumi merupakan salah satu dari banyak bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Pada bidang teknik sipil, gempa bumi dapat mempengaruhi struktur terutama pada bagian bawah struktur. Banyak struktur di Indonesia yang sudah berdiri cukup lama dan perlu untuk diperkuat, terutama struktur jembatan. Di Indonesia, terdapat jembatan yang hanya mampu menahan beban gempa sesuai dengan SNI 2833 : 2016 dimana pada aturan tersebut menggunakan peta gempa tahun 2010. Sedangkan sekarang Indonesia dalam mendesain struktur sudah menggunakan peta gempa 2017 sebagai acuan beban gempa yang terbaru. Oleh sebab itu, setiap struktur perlu didesain dan dikaji menurut aturan gempa yang terkini agar mampu menahan beban gempa yang akan datang.



Gambar 1.1 Jumlah Kejadian Gempa Bumi di Indonesia

Jembatan perlu diperkuat guna mengikuti perkembangan gempa yang ada agar dapat bertahan dan memenuhi fungsinya. Dalam perkuatan jembatan terdapat beberapa metode yang biasa digunakan seperti Concrete Jacketing , Steel Jacketing , dan pelapisan pada struktur menggunakan FRP (Fibre Reinforced Polymer). Pada skripsi ini, metode yang digunakan adalah Concrete Jacketing dan perkuatan dengan FRP. Perkuatan dengan Concrete Jacketing dengan cara memperbesar dimensi struktur beton eksisting dengan penambahan beton yang baru diluarnya.

Sedangkan pelapisan FRP yang akan digunakan adalah *Carbon FRP (CFRP)*. Pelapisan dilakukan dengan cara melapisi struktur beton yang akan diperkuat dan direkatkan dengan menggunakan lem *epoxy*. Dari kedua metode perkuatan yang akan digunakan terdapat kelebihan dan kelemahan yang akan menjadi pertimbangan saat akan dilaksanakan di lapangan. Perbandingan kedua metode perkuatan ini akan dianalisis secara mendalam untuk mendapat hasil yang optimal.

1.2 Inti Permasalahan

Adanya peningkatan kegempaan pada beberapa area di Indonesia. Hal ini menyebabkan struktur perlu mendapatkan upgrading / retrofiting agar kapasitasnya sesuai dengan level gempa up to date. Perkuatan dilakukan menggunakan metode *Concrete Jacketing* dan pelapisan CFRP. Kedua metode ini akan dibandingkan perkuatan mana yang lebih memberi dampak baik dan tentunya paling optimal bagi struktur.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

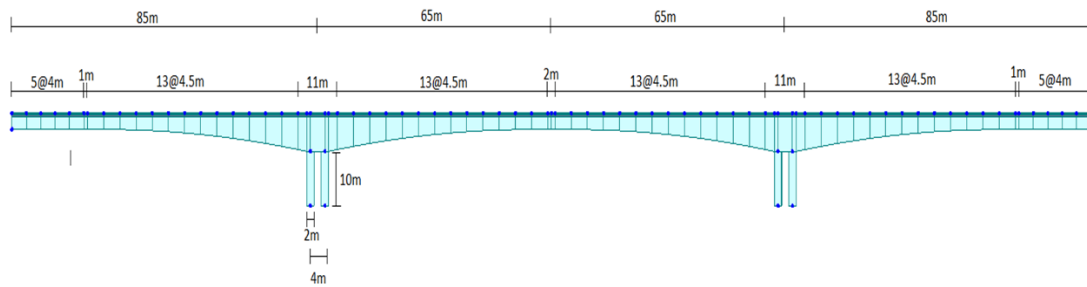
1. Menganalisa kekuatan pilar jembatan terhadap perbedaan beban gempa menurut peta gempa 2010 dan peta gempa 2017.
2. Menganalisa dan memodelkan struktur jembatan balanced cantilever yang diberi perkuatan dengan metode *Concrete Jacketing* dan pelapisan *Carbon Fibre Reinforce Polymer (CFRP)*.
3. Melakukan perbandingan metode perkuatan antara *Concrete Jacketing* dan pelapisan *Carbon Fibre Reinforce Polymer (CFRP)*.

1.4 Pembatasan Masalah

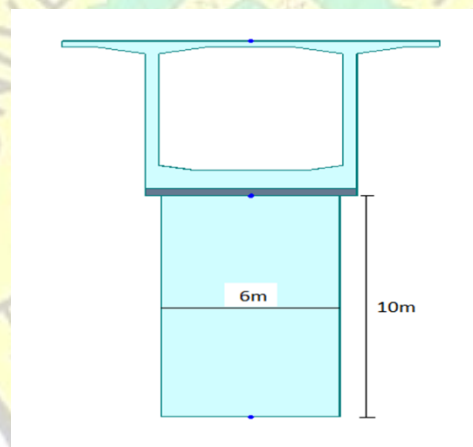
Agar penulisan tidak terlalu meluas, penulisan skripsi dibatasi dengan :

1. Jenis jembatan yang di desain adalah jembatan *Balanced Cantilever*.

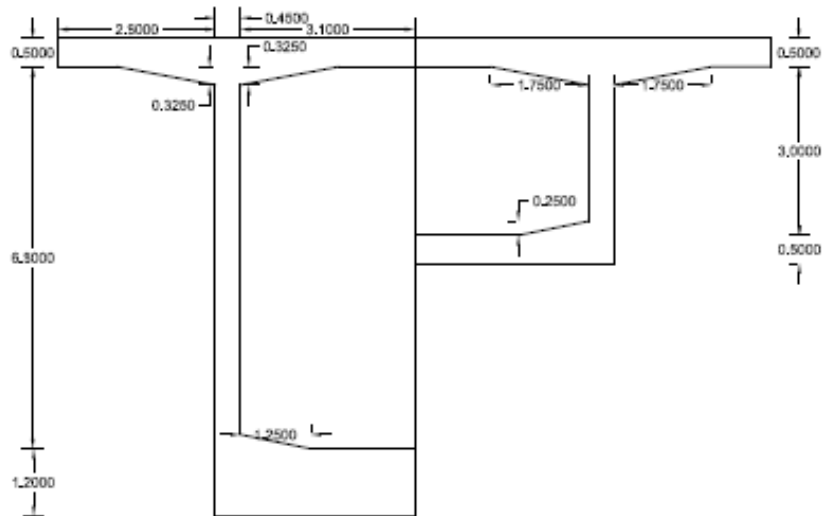
2. Mutu beton rencana , $f_c' = 40$ MPa.
3. Peta gempa yang dibandingkan adalah peta gempa 2010 dan peta gempa 2017.
4. Lokasi yang direncanakan adalah Surabaya.
5. Jembatan yang di desain memiliki panjang sebesar 300m dan lebar sebesar 12.7 m (2 lajur 2 arah). Spesifikasi jembatan lainnya sebagai berikut :



Gambar 1.2 Tampak Samping Jembatan



Gambar 1.3 Tampak Depan Jembatan



Gambar 1.4 Potongan Melintang *Box Girder* Pada Tumpuan dan Lapangan

6. Metode perkuatan pilar beton menggunakan metode *Concrete Jacketing* dan pelapisan CFRP.
7. Perencanaan dan desain struktur jembatan berdasarkan AASHTO LRFD.
8. Perencanaan struktur beton untuk jembatan berdasarkan SNI T-12-2004.
9. Perencanaan jembatan terhadap beban gempa berdasarkan SNI 2833 : 2016 , dengan peta gempa 2010 dan peta gempa 2017.
10. Pembebanan jembatan berdasarkan SNI 1725 : 2016.
11. Perhitungan FRP menggunakan standar ACI 440.2R-17.
12. Perhitungan dan analisis *Concrete Jacketing* menggunakan standar IS 15988 : 2013.

1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan guna mendapatkan ilmu pengetahuan yang mendukung penulisan skripsi ini. Studi pustaka didapat berupa artikel , jurnal , dan bacaan yang terdapat di internet.

2. Studi Analisis

Studi analisis menggunakan program bantuan guna mendapatkan informasi yang dibutuhkan selama penelitian. Program yang digunakan adalah MIDAS CIVIL 2019 dan Microsoft excel

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada skripsi ini adalah :

BAB 1 Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang permasalahan, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang pengertian dan jenis perkuatan yang akan diberikan pada jembatan *balanced cantilever*. Kemudian, rumus-rumus yang akan digunakan dan juga beban yang akan diberikan kepada jembatan *balanced cantilever*.

BAB 3 Desain dan Pemodelan Struktur

Bab ini berisi tentang desain dan pemodelan struktur jembatan *box girder* dengan metode *Balanced Cantilever* dan pemberian beban kepada jembatan dengan menggunakan aplikasi Midas Civil.

BAB 4 Analisis Model dan Pembahasan

Bab ini membahas hasil respon struktur dari aplikasi Midas Civil yang kemudian akan dilanjutkan dengan perhitungan perkuatan struktur jembatan *balanced cantilever* dengan metode *Concrete Jacketing* dan metode pelapisan FRP.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dari analisis yang dilakukan sebelumnya dan memberikan saran terhadap penelitian yang dilakukan guna memperoleh hasil yang lebih baik.



