

SKRIPSI

**ANALISIS PERKUATAN PILAR JEMBATAN
DENGAN MENGGUNAKAN METODE
CONCRETE JACKETING DAN
*FIBRE REINFORCED POLYMER (FRP) WRAPPING***



**ANDRE FEBRIATO JONATHAN
NPM: 2014410030**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JULI 2018**

SKRIPSI

**ANALISIS PERKUATAN PILAR JEMBATAN
DENGAN MENGGUNAKAN METODE
CONCRETE JACKETING DAN
*FIBRE REINFORCED POLYMER (FRP) WRAPPING***



**ANDRE FEBRIATO JONATHAN
NPM: 2014410030**

**BANDUNG, 2 JULI 2018
PEMBIMBING :**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JULI 2018**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Andre Febriato Jonathan

NPM : 2014410030

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **ANALISIS PERKUATAN PILAR JEMBATAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CONCRETE JACKETING* DAN *FIBRE REINFORCED POLYMER (FRP) WRAPPING*** 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, 2 Juli 2018



Andre Febriato Jonathan

2014410030

**ANALISIS PERKUATAN PILAR JEMBATAN DENGAN
MENGUNAKAN METODE *CONCRETE JACKETING* DAN
*FIBRE REINFORCED POLYMER (FRP) WRAPPING***

Andre Febriato Jonathan

NPM: 2014410030

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JULI 2018**

ABSTRAK

Jembatan merupakan salah satu struktur yang memungkinkan jalur transportasi melintasi sungai, danau, jalan raya, dan sebagainya. Melihat pentingnya fungsi dari jembatan, maka perlu dilakukan evaluasi pembebanan terhadap jembatan-jembatan yang terdapat di Indonesia. Jembatan terdiri dari berbagai elemen struktur, salah satunya adalah pilar. Pada skripsi ini dilakukan analisis pada pilar jembatan eksisting berbentuk persegi dan lingkaran yang mengalami kegagalan, dimana setelah dilakukan pengecekan kapasitas kekuatan pilar, badan pilar tidak memenuhi pengecekan beban terhadap aksial dan momen ultimit yang terjadi, sehingga dilakukan perkuatan dengan menggunakan metode *Concrete Jacketing* dan *Fibre Reinforced Polymer (FRP)*. Setelah dilakukan perkuatan dengan metode *Half Concrete Jacketing* dengan ketebalan 100 mm dengan tulangan sebesar 1,6% dari penebalan beton yang dilakukan, terjadi peningkatan kekuatan sebesar 44% dan 45% untuk pilar persegi dan lingkaran, sedangkan dengan perkuatan *Fibre Reinforced Polymer (FRP)* dengan jumlah sebanyak 6 dan 4 lembaran FRP untuk pilar persegi dan lingkaran, mengalami peningkatan kapasitas kekuatan sebesar 13,51% dan 33,33%.

Kata kunci: Jembatan, Pilar, *Concrete Jacketing*, *Fibre Reinforced Polymer (FRP)*, Perkuatan

THE STUDY OF BRIDGE COLUMN RETROFITTING WITH CONCRETE JACKETING AND FIBRE REINFORCED POLYMER (FRP) WRAPPING

Andre Febriato Jonathan
NPM: 2014410030

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

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JULY 2018

ABSTRACT

Bridge is one of the structures that allows the transportation path to cross rivers, lake, highways and many others. Bridge is also one of the vital infrastructure in the transportation system flow. Given the importance of bridge functionality, it is necessary to evaluate the loading of all the bridges across Indonesia. Bridge consists of various structural elements, one of which is the bridge pier. In this undergraduate thesis which consist of the analysis on the existing bridge pier of the square and circle failure, where after checking the capacity of pier strength, the pier body does not meet the load check against axial and moment ultimate that happened, so that the retrofitting is done using the Concrete Jacketing and Fibre Reinforced Polymer (FRP) method. After Retrofitting using Half Concrete Jacketing method with thickness of 100 mm and 1,6% longitudinal rebar ratio of concrete thickening, the pier strength increased by 44% and 45% for square and circle pier, while retrofitting with Fibre Reinforced Polymer method as many as 4 and 6 FRP sheets for a square and circle pier, and undergoing increased strength capacity of 13,51% and 33,33%.

Keywords: Bridge, Pier, Concrete Jacketing, Fibre Reinforced Polymer (FRP), Retrofitting

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“ANALISIS PERKUATAN PILAR JEMBATAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CONCRETE JACKETING* DAN *FIBRE REINFORCED POLYMER (FRP) WRAPPING*”** dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Teknik Sipil di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, terdapat kendala maupun hambatan yang tidak dapat diselesaikan oleh penulis sendiri. Oleh karena itu, Penulis sangat berterima kasih atas kritik dan saran, serta dorongan yang telah diberikan dari berbagai pihak selama penulisan skripsi ini. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Altho Sagara, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing dan memberikan masukan kepada penulis dari awal hingga akhir penyusunan skripsi.
2. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan dalam bidang teknik sipil selama masa perkuliahan.
3. Kedua orang tua dan kedua kakak dari penulis yang senantiasa memberikan dukungan baik moril dan materil selama masa perkuliahan hingga penulisan skripsi.
4. Teman-teman EPIC Studio yang telah membantu serta mengajari penulis untuk memahami permasalahan dalam penyusunan skripsi.
5. Abam, Abay, Alfred, Angel, Ath, Bima, Bryan, Frelita, Garry, Hans, Liyans, Nana, Nia, Vince yang telah memberikan waktu, bantuan, dan motivasi serta dukungan selama penulisan skripsi ini serta sebagai teman seperjuangan selama masa perkuliahan.
6. Alvin, Fidel, Kenny sebagai teman seperjuangan dalam penyusunan skripsi ini.

7. Erwin, Fernaldy, Gebe, Malvin, Thomas, Willy yang selalu memberikan candatawa, serta selalu ada dikala senang maupun susah dari SMP hingga masa perkuliahan.
8. Teman-teman teknik sipil angkatan 2014 yang selalu memberikan semangat dalam menjalani skripsi.
9. Berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi baik secara langsung maupun tidak langsung.

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

Bandung, 2 Juli 2018



Andre Febriato Jonathan

2014410030

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-3
1.3 Tujuan Penelitian	1-3
1.4 Pembatasan Masalah	1-3
1.5 Metode Penelitian	1-5
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Jembatan	2-1
2.2 Perkuatan Elemen Struktur Beton Bertulang	2-1
2.3 <i>Fibre Reinforced Polymer</i> (FRP)	2-2
2.3.1 Standar Pedoman Perencanaan FRP (ACI 440.2R-08)	2-4
2.3.2 Perkuatan untuk aksial dan lentur pada kolom dengan FRP (ACI 440.2R-08)	2-5
2.3.3 Perkuatan untuk geser pada kolom dengan FRP (ACI 440.2R-08)	2-13
2.4 <i>Concrete Jacketing</i>	2-14
2.4.1 Gaya Dalam	2-14
2.4.2 Luas Tulangan Minimum	2-14
2.4.3 Shear Connector (Penghubung geser)	2-15
2.5 Pembebanan	2-16
2.5.1 Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan	2-16
2.5.2 Beban Permanen	2-18
2.5.3 Beban Lalu Lintas	2-20

2.5.4 Beban Gempa	2-24
BAB 3 STUDI KASUS.....	3-1
3.1 Studi Kasus.....	3-1
3.1.1 Data Umum	3-1
3.1.2 Data Khusus.....	3-1
3.2 Pemodelan Jembatan Eksisting.....	3-2
3.3 Perhitungan Beban Jembatan Eksisting	3-3
3.3.1 Beban Mati	3-3
3.3.2 Beban Mati Tambahan	3-7
3.3.3 Beban Hidup.....	3-9
3.3.4 Beban Gempa	3-11
3.3.5 Kombinasi Pembebanan.....	3-12
BAB 4 ANALISIS DATA	4-1
4.1 Analisis Struktur Pilar Jembatan Eksisting	4-1
4.1.1 Gaya dalam.....	4-2
4.1.2 Analisis Kekuatan Kepala Pilar Eksisting.....	4-11
4.1.3 Analisis Kekuatan Pilar Eksisting.....	4-11
4.2 Analisis Perkuatan Struktur Jembatan	4-16
4.2.1 Concrete Jacketing.....	4-16
4.2.2 Fibre Reinforced Polymer (FRP).....	4-26
BAB 5 SARAN DAN KESIMPULAN	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xix
LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN <i>SHEAR CONNECTOR</i> PILAR LINGKARAN.....	L1-1
LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN PERKUATAN FRP PILAR LINGKARAN.....	L2-1

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ACI	: <i>American Concrete Institute</i>
AFRP	: <i>Aramid Fibre Reinforced Polymer</i>
BGT	: Beban Garis Terpusat
BTR	: Beban Terbagi Rata
CFRP	: <i>Carbon Fibre Reinforced Polymer</i>
cm	: sentimeter
FBD	: Faktor Beban Dinamis
FRP	: <i>Fibre Reinforced Polymer</i>
ft	: feet
g	: gram
GPa	: Gigapascal
km	: kilometer
kN	: kilo Newton
lbs	: pound
m	: meter
mm	: milimeter
MPa	: Megapascal
PGA	: <i>Peak Ground Acceleration</i>
RSNI	: Rancangan Standar Nasional Indonesia
S _{D1}	: nilai spektra permukaan tanah pada periode pendek
S _{DS}	: nilai spektra permukaan tanah pada periode 1.0 detik
SNI	: Standar Nasional Indonesia

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Contoh kerusakan pilar jembatan	1-2
Gambar 1.2 Penampang <i>PC I-Girder</i>	1-4
Gambar 1.3 Potongan Melintang Pilar Persegi	1-4
Gambar 1.4 Potongan Melintang Pilar Lingkaran.....	1-5
Gambar 1.5 Potongan memanjang jembatan.....	1-5
Gambar 2.1 Luas Efektif Terkekang Penampang Kolom	2-5
Gambar 2.2 Diagram Tegangan-Regangan Perkuatan FRP Berdasarkan Model Lam dan Teng's	2-7
Gambar 2.3 Distribusi Regangan Untuk Diagram Interaksi Kolom pada Titik B dan C	2-9
Gambar 2.4 Representatif Diagram Interaksi Kolom Sebelum dan Setelah Perkuatan.....	2-13
Gambar 2.5 <i>Stud Shear Connector</i>	2-15
Gambar 2.6 <i>Channel Shear Connector</i>	2-15
Gambar 2.7 Beban Lajur “D”	2-21
Gambar 2.8 Pembebanan Truk “T” (500 kN)	2-22
Gambar 2.9 Faktor beban dinamis untuk beban T untuk pembebanan lajur “D”...	2-24
Gambar 2.10 Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (PGA) untuk Probabilitas Terlampai 7% Dalam 75 tahun.....	2-26
Gambar 2.11 Peta Respons Spektra Percepatan 0,2 Detik di Batuan Dasar untuk Probabilitas Terlampai 7% Dalam 75 Tahun	2-26
Gambar 2.12 Peta Respons Spektra Percepatan 1 Detik di Batuan Dasar untuk Probabilitas Terlampai 7% Dalam 75 Tahun	2-27
Gambar 2.13 Bentuk Tipikal Respons Spektra di Permukaan Tanah	2-29
Gambar 3.1 Pemodelan Pilar Lingkaran Jembatan Eksisting	3-2
Gambar 3.2 Pemodelan Pilar Persegi Jembatan Eksisting.....	3-2
Gambar 3.3 Beban Mati Pada Pilar Lingkaran.....	3-5
Gambar 3.4 Beban Mati Pada Pilar Persegi	3-5
Gambar 3.5 Beban <i>Girder</i> Pada Pilar Lingkaran	3-6

Gambar 3.6 Beban <i>Girder</i> Pada Pilar Persegi	3-6
Gambar 3.7 Beban Mati Tambahan Pada Pilar Lingkaran	3-8
Gambar 3.8 Beban Mati Tambahan Pada Pilar Persegi	3-8
Gambar 3.9 Beban Hidup Pada Pilar Lingkaran	3-10
Gambar 3.10 Beban Hidup Pada Pilar Persegi.....	3-10
Gambar 3.11 Beban Rem Pada Pilar Lingkaran.....	3-11
Gambar 3.12 Beban Rem Pada Pilar Persegi	3-11
Gambar 3.13 Grafik Respon Spektra daerah Bandung Kelas Situs D.....	3-12
Gambar 4.1 Penampang Eksisting Kepala Pilar Persegi dan Lingkaran	4-1
Gambar 4.2 Penampang Eksisting Pilar Persegi	4-2
Gambar 4.3 Penampang Eksisting Pilar Lingkaran.....	4-2
Gambar 4.4 Gaya Dalam Momen Kepala Pilar Persegi.....	4-2
Gambar 4.5 Gaya Dalam Geser Kepala Pilar Persegi	4-3
Gambar 4.6 Gaya Dalam Aksial Pilar Persegi	4-3
Gambar 4.7 Gaya Dalam Geser Pilar Persegi	4-3
Gambar 4.8 Gaya Dalam Momen Pilar Persegi	4-4
Gambar 4.9 Gaya Dalam Momen Kepala Pilar Lingkaran	4-7
Gambar 4.10 Gaya Dalam Geser Kepala Pilar Lingkaran	4-7
Gambar 4.11 Gaya Dalam Aksial Pilar Lingkaran.....	4-7
Gambar 4.12 Gaya Dalam Geser Pilar Lingkaran.....	4-8
Gambar 4.13 Gaya Dalam Momen Pilar Lingkaran.....	4-8
Gambar 4.14 Diagram Interaksi Pilar Persegi Eksisting dan Perkuatan <i>Concrete Jacketing</i>	4-22
Gambar 4.15 Diagram Interaksi Pilar Lingkaran Eksisting dan Perkuatan <i>Concrete Jacketing</i>	4-22
Gambar 4.16 Contoh Perhitungan <i>Shear Connector</i> Penampang Persegi	4-23
Gambar 4.17 Penampang Melintang Pilar Persegi Setelah <i>Concrete Jacketing</i>	4-24
Gambar 4.18 Penampang Melintang Pilar Lingkaran Setelah <i>Concrete Jacketing</i>	4-24
Gambar 4.19 Penampang Perkuatan <i>Concrete Jacketing</i> Pilar Persegi.....	4-25
Gambar 4.20 Penampang Perkuatan <i>Concrete Jacketing</i> Pilar Lingkaran	4-25

Gambar 4.21 Perhitungan Perkuatan FRP Pilar Persegi (a).....	4-26
Gambar 4.22 Perhitungan Perkuatan FRP Pilar Persegi (b)	4-27
Gambar 4.23 Perhitungan Perkuatan FRP Pilar Persegi (c).....	4-27
Gambar 4.24 Perhitungan Perkuatan FRP Pilar Persegi (d)	4-28
Gambar 4.25 Perhitungan Perkuatan FRP Pilar Persegi (e).....	4-28
Gambar 4.26 Perhitungan Perkuatan FRP Pilar Persegi (f)	4-29
Gambar 4.27 Perhitungan Perkuatan FRP Pilar Persegi (g)	4-29
Gambar 4.28 Perhitungan Perkuatan FRP Pilar Persegi (h)	4-30
Gambar 4.29 Perhitungan Perkuatan FRP Pilar Persegi (i)	4-30
Gambar 4.30 Perhitungan Perkuatan FRP Pilar Persegi (j)	4-31
Gambar 4.31 Diagram Interaksi Pilar Persegi Eksisting dan Perkuatan FRP	4-32
Gambar 4.32 Diagram Interaksi Pilar Lingkaran Eksisting dan Perkuatan FRP....	4-32
.....	4-32
Gambar 4. 33 Ilustrasi Pemasangan FRP.....	4-33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Berat Jenis Tipikal Material FRP lb/ft ³ (g/cm ³).....	2-2
Tabel 2.2 Koefisien Temperatur Ekspansi Tipikal Material FRP	2-2
Tabel 2.3 Data Tipe-Tipe FRP	2-3
Tabel 2.4 Faktor Reduksi FRP Akibat Lingkungan	2-4
Tabel 2.5 Kombinasi Beban dan Faktor Beban.....	2-17
Tabel 2.6 Berat Isi Untuk Beban Mati	2-18
Tabel 2.7 Faktor Beban Untuk Berat Sendiri	2-19
Tabel 2.8 Faktor Beban Untuk Beban Mati Tambahan	2-20
Tabel 2.9 Faktor Beban Untuk Lajur “D”	2-21
Tabel 2.10 Faktor Beban Untuk “T”	2-22
Tabel 2.11 Penjelasan Peta Gempa 2010	2-25
Tabel 2.12 Kelas Situs	2-27
Tabel 2.13 Faktor Amplifikasi untuk Periode 0 Detik dan 0,2 Detik (F_{PGA}/F_a)	2-28
Tabel 2.14 Besarnya Nilai Faktor Amplifikasi untuk Periode 1 Detik (F_v).....	2-29
Tabel 2.15 Faktor Modifikasi Respons (R) untuk Bangunan Bawah.....	2-30
Tabel 3.1 Tabel Kombinasi Pembebanan dan Faktor Pembebanan	3-12
Tabel 4.1 Gaya Dalam Kepala Pilar Persegi.....	4-4
Tabel 4.2 Gaya Dalam Pilar Persegi 1	4-4
Tabel 4.3 Gaya Dalam Pilar Persegi 2	4-5
Tabel 4.4 Gaya Dalam Pilar Persegi 3	4-5
Tabel 4.5 Gaya Dalam Pilar Persegi 4	4-6
Tabel 4.6 Gaya Dalam Pilar Persegi 5	4-6
Tabel 4.7 Gaya Dalam Kepala Pilar Lingkaran.....	4-8
Tabel 4.8 Gaya Dalam Pilar Lingkaran 1	4-9
Tabel 4.9 Gaya Dalam Pilar Lingkaran 2	4-9
Tabel 4.10 Gaya Dalam Pilar Lingkaran 3.....	4-10
Tabel 4.11 Gaya Dalam Pilar Lingkaran 4.....	4-10
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Kekuatan Kepala Pilar Eksisting	4-11
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Kekuatan Aksial dan Momen Pilar Persegi 1.....	4-11

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Kekuatan Aksial dan Momen Pilar Persegi 2.....	4-12
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Kekuatan Aksial dan Momen Pilar Persegi 3.....	4-12
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Kekuatan Aksial dan Momen Pilar Persegi 4.....	4-13
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Kekuatan Aksial dan Momen Pilar Persegi 5.....	4-13
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Kekuatan Aksial dan Momen Pilar Lingkaran 1.....	4-14
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Kekuatan Aksial dan Momen Pilar Lingkaran 2.....	4-14
Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Kekuatan Aksial dan Momen Pilar Lingkaran 3.....	4-15
Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Kekuatan Aksial dan Momen Pilar Lingkaran 4.....	4-15
Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Kekuatan Geser Pilar Persegi	4-16
Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Kekuatan Geser Pilar Lingkaran.....	4-16
Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Perkuatan <i>Full Concrete Jacketing</i> Pilar Persegi..... dengan Penambahan 75 mm.....	4-17
Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Perkuatan <i>Full Concrete Jacketing</i> Pilar Persegi dengan Penambahan 100 mm.....	4-17
Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Perkuatan <i>Half Concrete Jacketing</i> Pilar Persegi Bagian Bawah dengan Penambahan 100 mm	4-18
Tabel 4.27 Hasil Perhitungan Perkuatan <i>Half Concrete Jacketing</i> Pilar Persegi Bagian Atas dengan Penambahan 100 mm	4-18
Tabel 4.28 Hasil Perhitungan Perkuatan <i>Full Concrete Jacketing</i> Pilar Lingkaran dengan Penambahan 75 mm.....	4-19
Tabel 4.29 Hasil Perhitungan Perkuatan <i>Full Concrete Jacketing</i> Pilar Lingkaran dengan Penambahan 100 mm.....	4-19
Tabel 4.30 Hasil Perhitungan Perkuatan <i>Half Concrete Jacketing</i> Pilar Persegi Bagian Bawah dengan Penambahan 100 mm	4-20
Tabel 4.31 Hasil Perhitungan Perkuatan <i>Half Concrete Jacketing</i> Pilar Persegi Bagian Atas dengan Penambahan 100 mm	4-20
Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Kekuatan Geser Pilar Persegi Setelah <i>Jacketing</i>	4-21

Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Kekuatan Geser Pilar Lingkaran Setelah <i>Jacketing</i> ...	4-21
Tabel 4.34 Pengaruh Ketebalan <i>Concrete Jacketing</i> terhadap Peningkatan Beban Gempa Pilar Persegi.....	4-21
Tabel 4.35 Pengaruh Ketebalan <i>Concrete Jacketing</i> terhadap Peningkatan Beban Gempa Pilar Lingkaran	4-21
Tabel 4.36 Hasil Perhitungan <i>Shear Connector</i>	4-23
Tabel 4.37 Peningkatan Kekuatan Pilar Persegi dan Lingkaran	4-33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan <i>Shear Connector</i> Pilar Lingkaran.....	L1-1
Lampiran 2 Perhitungan Perkuatan FRP Pilar Lingkaran.....	L2-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Pada saat ini di Indonesia kurang lebih telah memiliki 89.000 buah jembatan, yang apabila jika dijumlahkan satu per satu total panjangnya dapat mencapai hingga 1.050 km. Berdasarkan pembagiannya, jembatan tersebut dapat dibagi menjadi 2 yaitu 60.000 jembatan dengan total panjang 550 km yang berada di kabupaten/kota dan 29.000 jembatan dengan total 500 km yang berada diruas jalan nasional dan provinsi. Jumlah tersebut dapat terus berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan manusia dan berkembangnya teknologi.

Dengan terus berkembangnya jumlah jembatan, jumlah kerusakan pada jembatan juga semakin sering terjadi. Kerusakan pada jembatan dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti umur jembatan, lingkungan yang mempengaruhi, desain awal yang terlalu optimal, perawatan yang kurang baik, dan kejadian-kejadian alam seperti gempa. Oleh karena itu, mengingat jembatan yang merupakan konstruksi yang dipergunakan sebagai fasilitas umum maka sangatlah penting untuk melakukan kajian ulang mengenai kondisi struktur jembatan. Gambar 1.1 merupakan contoh pilar yang mengalami kerusakan, kerusakan pilar tersebut dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti faktor lingkungan dan bencana alam. Kerusakan ini dapat berdampak terhadap berkurangnya umur layan dari jembatan.



Gambar 1.1 Contoh kerusakan pilar jembatan

Perkuatan pada struktur jembatan dilakukan untuk mengembalikan umur layan jembatan. Metode yang sering digunakan dalam perkuatan struktur jembatan adalah dengan melakukan *Concrete Jacketing* dan perkuatan menggunakan lembaran FRP (*Fibre Reinforced Polymer*). Perkuatan dengan *Concrete Jacketing* merupakan metode dengan memperbesar dimensi dari beton eksisting dengan beton yang baru. Sistem perkuatan dengan lembaran FRP dilakukan dengan cara menempelkannya pada permukaan beton dengan menggunakan perekat *epoxy*. FRP merupakan bahan yang ringan, kuat, dan tahan terhadap korosi. Secara umum terdapat 3 jenis serat FRP yaitu *carbon*, *glass*, dan *aramid*.

Metode perbaikan jembatan dapat dilakukan dengan metode *Concrete Jacketing* ataupun perkuatan dengan lembaran FRP (*Fibre Reinforced Polymer*). Kedua jenis metode ini dapat menghasilkan hasil yang berbeda dari segi waktu, selain itu juga akan berpengaruh terhadap segi kekuatan. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis untuk kedua metode tersebut untuk mengetahui metode perkuatan yang paling optimal.

1.2 Inti Permasalahan

Perkuatan pada struktur jembatan dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya adalah dengan menggunakan perkuatan *Concrete Jacketing* dan *Fibre Reinforced Polymer*. Kedua jenis perkuatan ini akan menghasilkan peningkatan kekuatan yang berbeda. Maka, perlu dilakukan analisis pada kedua jenis perkuatan ini untuk mengetahui metode perkuatan yang lebih optimal.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan evaluasi struktur eksisting jembatan pada badan pilar dan kepala pilar dengan kolom majemuk sesuai peraturan SNI 1725:2016 tentang Pembebanan untuk jembatan dan SNI 2833:2016 tentang Perencanaan jembatan terhadap beban gempa.
2. Melakukan pemodelan dan analisis perkuatan struktur jembatan pada badan pilar dan kepala pilar dengan kolom majemuk dengan menggunakan metode *Concrete Jacketing* dan perkuatan lembaran *Fibre Reinforced Polymer* (FRP).
3. Melakukan perbandingan metode perkuatan antara metode *Concrete Jacketing* dan *Fibre Reinforced Polymer* (FRP).

1.4 Pembatasan Masalah

Ruang lingkup masalah dari penelitian ini adalah:

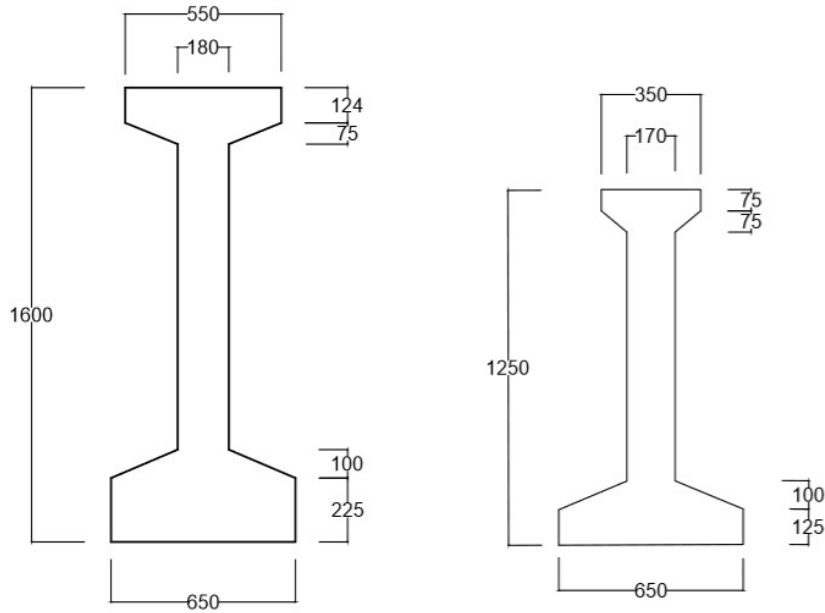
1. Analisis dilakukan pada bagian substruktur jembatan yaitu badan pilar dan kepala pilar.
2. Metode perbaikan yang digunakan adalah dengan *Concrete Jacketing* dan *Fibre Reinforced Polymer* (FRP).
3. Mutu beton yang digunakan adalah beton dengan mutu 30 MPa.
4. Mutu tulangan baja yang digunakan adalah baja dengan U-40.

1-4

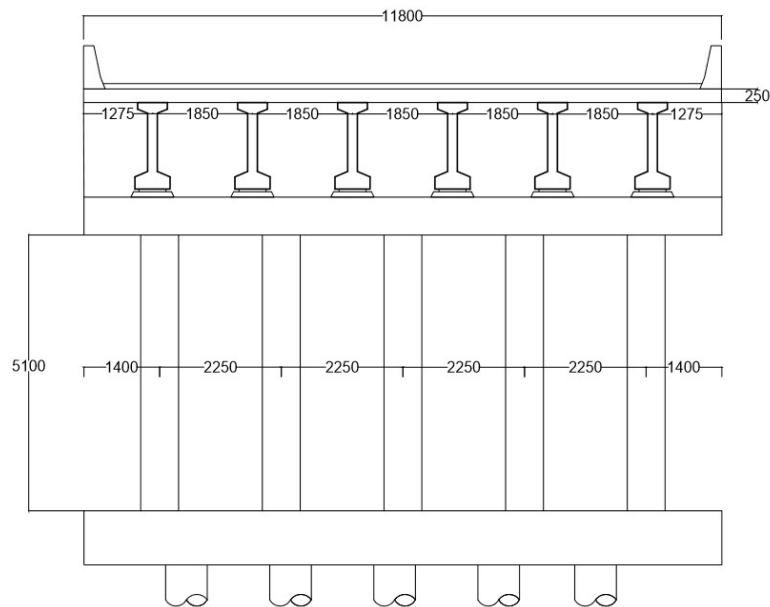
5. Objek yang digunakan adalah jembatan dengan spesifikasi sebagai berikut:

Panjang Jembatan : 150 meter

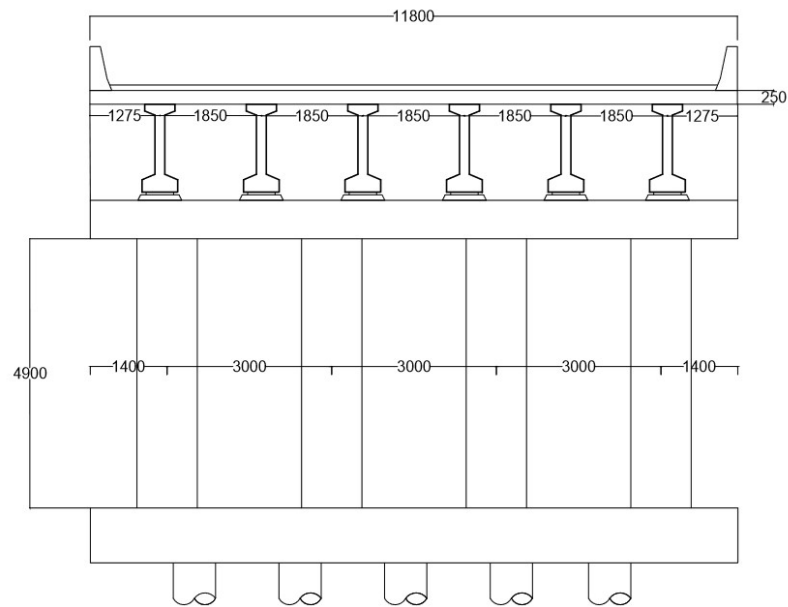
Lebar Jembatan : 11.8 meter (3 lajur 1 arah)



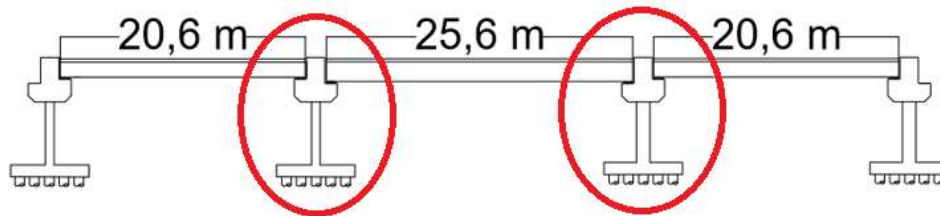
Gambar 1.2 Penampang PC I-Girder



Gambar 1.3 Potongan Melintang Pilar Persegi



Gambar 1.4 Potongan Melintang Pilar Lingkaran



Gambar 1.5 Potongan memanjang jembatan

6. Perencanaan Jembatan menggunakan RSNI T-12-2004 dan SNI 2833:2016 sebagai acuan.
7. Pembebanan pada jembatan menggunakan standar SNI 1725:2016.
8. Analisis perhitungan FRP menggunakan ACI 440.2R-08.
9. Lokasi jembatan berada di Bandung dengan kondisi tanah sedang.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada skripsi adalah sebagai berikut.

1. Studi literatur

Studi literatur adalah studi dengan menggunakan beberapa literatur untuk mendapatkan teori-teori yang mendukung penelitian. Sumber-sumber

1-6

penelitian dapat berupa buku-buku, arsip, jurnal, dan dokumen-dokumen yang relevan dengan permasalahan yang dikaji

2. Studi analisis

Studi analisis adalah studi dengan menggunakan program bantuan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam penelitian. Program yang digunakan pada skripsi ini adalah MIDAS CIVIL 2011 dan CSICol 9.