



No. 18/SKRIPSI/S.Tr-JT/2022

SKRIPSI

**EVALUASI KAPASITAS PERKUATAN *PIER*
HEAD PADA STRUKTUR JEMBATAN *TYPE PILE*
*SLAB***



Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta

Disusun Oleh :

Nazya Tiara Salsabilla
NIM 1801413014

Pembimbing :

Andi Indianto, Drs., S.T., M.T
(NIP 196109281987031002)

Erlina Yanuarini, S.T., M.T., M.Sc.
(NIP 198901042019032013)

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK PERANCANGAN
JALAN DAN JEMBATAN - KONSENTRASI JALAN TOL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2022

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi Berjudul:

EVALUASI KAPASITAS PERKUATAN *PIER HEAD* PADA STRUKTUR JEMBATAN *TYPE PILE SLAB* Yang disusun oleh **Nazya Tiara Salsabilla (NIM 1801413014)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi**



Pembimbing 1

Pembimbing 2

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Andi Indianto, Drs., S.T., M.T

NIP 196109281987031002

Erlina Yanuarini, S.T., M.T., M.Sc.

NIP 198901042019032013



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :

EVALUASI KAPASITAS PERKUATAN *PIER HEAD* PADA STRUKTUR JEMBATAN *TYPE PILE SLAB* Yang disusun oleh Nazya Tiara Salsabilla (NIM 1801413014) telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi di depan Tim Penguji pada hari Selasa tanggal 26 Juli 2022.

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Yanuar Setiawan, S.T., M.T. NIP 199001012019031015	
Anggota	Rinawati, S.T., M.T. NIP 197005102005012001	
Anggota	Fauzri Fahimudin, Ir., M.Sc., Dr. Eng. NIP 195902061989031002	

Mengetahui

**Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta**



Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars

NIP 197407061999032001

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Nazya Tiara Salsabilla

NIM : 1801413014

Program studi : D4 TPJJ- Konsentrasi Jalan Tol

Alamat email : nazya.tiarasalsabilla.ts18@mhsw.pnj.ac.id

Judul naskah : Evaluasi Kapasitas Perkuatan Pier Head Pada Struktur Jembatan
Type Pile Slab

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2020/2021 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk kegiatan akademis/perlombaan.

Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Depok, 22 Agustus 2022

Yang menyatakan,

Nazya Tiara Salsabilla

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Skripsi yang berjudul **“Evaluasi Kapasitas Perkuatan *Pier head* Pada Struktur Jembatan Type Pile Slab”** dapat selesai sesuai dengan waktu yang diharapkan. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, beserta keluarga dan para sahabatnya.

Dalam Penyelesaian Skripsi ini, Penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Adapun ucapan terimakasih tersebut penulis tujukan kepada :

1. Allah SWT. Atas nikmat, rahmat, dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Kedua Orangtua, berkat dukungan dan doa dari mereka yang tidak pernah habis sehingga penulisan skripsi ini dapat selesai.
3. Bapak Andi Indianto, Drs., S.T., M.T dan Ibu Erlina Yanuarini, S.T., M.T., M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Skripsi ini, berkat bimbingan dan motivasi beliau sehingga Skripsi ini dapat selesai sesuai dengan waktu yang diharapkan.
4. Ibu Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars, Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
5. Nuzul Barkah Prihutomo, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Perancangan Jalan dan Jembatan – Konsentrasi Jalan Tol Politeknik Negeri Jakarta.
6. PT. Jakarta Lingkar Barat satu selaku pengelola Jalan Tol JORR W1 yang memberikan informasi data untuk penyelesaian skripsi ini.
7. Mas Dio selaku kakak tingkat yang telah banyak membantu dalam memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyelesaian Skripsi ini.
8. Muhammad Rifa selaku partner yang selalu menemani dan mensupport dalam penyusunan Skripsi ini.
9. Teman-teman bimbingan yang dibimbing oleh Bapak Andi Indianto, Drs. S.T., M.T. dan dan Ibu Erlina Yanuarini, S.T., M.T., yang telah memberikan semangat serta saran dalam penyusunan naskah skripsi ini.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

10. Fina, Rahma, Amalia, Fianda, Tulus, Tika, Tasya dan semua teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan doa serta dorongan dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman-teman satu angkatan 2018 Jurusan Teknik Sipil, yang selalu memberikan dukungan dan motivasi serta doa kepada penulis secara langsung maupun tidak langsung.
12. Semua pihak yang telah membantu penyusunan Skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Namun penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam Skripsi ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Skripsi ini untuk kedepannya. Akhir kata semoga penyusunan Skripsi ini dapat bermanfaat untuk menambah pengetahuan khususnya di Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

Depok, Juli 2022



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



ABSTRAK

Pada *pier head* P85-84 S jembatan *pile slab* jalan tol JORR W1 Kebon Jeruk mengalami kerusakan berupa retak melintang yang diakibat dari bentang yang lebih panjang dari desain awal dan beban berlebih (*overload*). dengan adanya hal tersebut untuk mengatasinya maka dilakukan perkuatan dengan menggunakan *Fiber Reinforcement Polymer* (FRP). Namun pada saat pemasangan FRP kondisi operasional jalan tol tersebut tetap berjalan dan tidak dapat dihentikan karena kepadatan lalu lintasnya tinggi. Dengan adanya hal tersebut di khawatirkan perkuatan FRP tidak memberikan kekuatan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengevaluasi kapasitas perkuatan *pier head*. Analisis dilakukan dengan 3 metode, yaitu mengevaluasi kapasitas *pier head* kondisi aktual yang mengalami keretakan, merencanakan perkuatan FRP, dan menganalisis hasil uji lendutan sebelum dengan sesudah diperkuat. Dari hasil analisis didapatkan bahwa kapasitas *pier head* mengalami peningkatan sebesar 99,918%. Sedangkan dengan hasil uji lendutan didapatkan adanya penurunan lendutan sebesar 57% dan peningkatan nilai kekauan sebesar 132,5%. Maka hal tersebut membuktikan bahwa pelaksanaan perkuatan FRP yang pemasangannya dengan beban lalu lintas yang tetap berjalan masih memberikan kekuatan pada strukturnya.

Kata Kunci : FRP, Kapasitas, Lendutan, Perkuatan, *Pier head*.



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

The pier head P85-84 S pile slab bridge of the JORR W1 Kebon Jeruk toll road suffered damage in the form of transverse cracks caused by a longer span than the initial design and overload. with this, to overcome this, reinforcement is carried out using Fiber Reinforcement Polymer (FRP). However, when the FRP was installed, the toll road's operational conditions were still running and could not be stopped because of the high traffic density. With this in mind, it is feared that FRP reinforcement will not provide strength. Therefore, this study was conducted with the aim of evaluating the capacity of the pier head reinforcement. The analysis was carried out by 3 methods, namely evaluating the capacity of the actual pier head that experienced cracks, planning for FRP reinforcement, and analyzing the results of the deflection test before and after strengthening. From the results of the analysis, it was found that the pier head capacity has increased by 99.918%. Meanwhile, with the results of the deflection test, it was found that there was a decrease in deflection of 57% and an increase in the value of stiffness by 132.5%. So this proves that the implementation of FRP reinforcement which is installed with traffic loads that are still running still provides strength to the structure.

Keywords: *Capacity, Deflection, FRP, Pier head, Reinforcement.*



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Perumusan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Pembatasan Masalah	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Lendutan Pada Jembatan Beton	6
2.3 Kekakuan Pada Beton	6
2.4 Keretakan Yang Terjadi Pada Jembatan Beton	6
2.5 Kapasitas Penampang Balok	8
2.5.1 Pembebanan pada <i>Pier head</i> Jembatan	8

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5.2	Kekuatan Ultimate Pada Balok Tulangan Tunggal Rangkap.....	11
2.6	Konstanta Pegas	12
2.7	Perkuatan pada struktur	13
2.8	Perkuatan dengan FRP (<i>Fiber Reinforced Polymer</i>).....	13
2.8.1	Persyaratan Penggunaan FRP.....	13
2.8.2	Sifat Dan Karakteristik Material	15
2.8.3	Kekuatan Ultimate FRP Pada Balok Tulangan Tunggal.....	17
2.8.4	Faktor Reduksi Kekuatan FRP	19
2.9	Fatik Pada Beton Bertulang Yang Menggunakan FRP	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		21
3.1	Lokasi Penelitian	21
3.2	Tahapan Penelitian	21
3.3	Teknik Pengumpulan Data	23
3.4	Metode Analisis Data	23
3.5	Luaran Penelitian.....	24
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Data	25
4.1.1	Letak jembatan	25
4.1.2	Jalan Eksisting	25
4.1.3	Spesifikasi Lantai Jembatan Aktual	26
4.1.4	Spesifikasi <i>Pier head</i> hasil pemeriksaan	26
4.1.5	Spesifikasi Pelat Lantai Jembatan	29
4.1.6	Spesifikasi Barrier	29
4.1.7	Spesifikasi Tiang Pancang.....	30
4.1.8	Data Tanah pada Tiang Pancang	30
4.1.9	Spesifikasi Fiber Reinforcement	30
4.1.10	Data Pengujian Lendutan P85-84 S.....	31



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2	Pembahasan	31
4.2.1	Analisis Kapasitas Penampang <i>Pier head</i> Kondisi Aktual	31
4.2.2	Analisis kapasitas rencana perkuatan <i>pier head</i> dengan menggunakan FRP tipe karbon.	56
4.2.3	Mengevaluasi perkuatan <i>pier head</i> yang pemasangannya tanpa menghentikan lalu lintas.....	62
4.2.4	Evaluasi perkuatan FRP pada lantai jembatan sebelum dengan sesudah diperkuat.	63
BAB V PENUTUP		64
5.1	Kesimpulan.....	64
5.2	Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....		66
LAMPIRAN		68



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kerusakan pada <i>pier head</i>	7
Tabel 2. 2 Berat isi untuk beban mati.....	8
Tabel 2. 3 Faktor beban untuk berat sendiri	9
Tabel 2. 4 Faktor beban untuk berat sendiri	9
Tabel 2. 5 Faktor beban untuk beban lajur “D”	9
Tabel 2. 6 Sifat-sifat material bahan fiber dan epoxy	14
Tabel 2. 7 Faktor Reduksi akibat lingkungan.....	15
Tabel 2. 8 Rekomendasi faktor reduksi kekuatan FRP	19
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran <i>pier head</i>	27
Tabel 4. 2 Spesifikasi beton pada <i>pier head</i> dari hasil pengukuran	28
Tabel 4. 3 Spesifikasi tulangan beton pada <i>pier head</i>	29
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Lendutan Pada <i>Pier head</i> Sebelum Dan Sesudah Perkuatan	31
Tabel 4. 5 Perhitungan luas penampang barrier.....	33
Tabel 4. 6 Perhitungan Nilai Konstanta Pegas Untuk Tiang Pancang D55	35
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Momen dan Gaya Geser hasil analisis Sap2000	41
Tabel 4. 8 Rekapitulasi kebutuhan tulangan.....	52
Tabel 4. 9 Hasil Analisis Kapasitas Penampang <i>Pier head</i>	55
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Nilai Lendutan Dan Kekakuan Pada <i>Pier head</i>	62
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Kapasitas sebelum dan sesudah diperkuat.....	63

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pola retak non struktural yang umum terjadi.....	7
Gambar 2. 2 Beban lajur "D"	10
Gambar 2. 3 Pembebanan Truk "T".....	10
Gambar 2. 4 Faktor beban dinamis untuk pembebanan lajur "D"	11
Gambar 2. 5 Diagram regangan-tegangan pada balok	11
Gambar 2. 6 Contoh serat carbon.....	14
Gambar 2. 7 Tinggi efektif dari FRP.....	17
Gambar 2. 8 Regangan dan tegangan pada penampang balok tulangan tunggal	18
Gambar 2. 9 Rusak atau putusya FRP.....	19
Gambar 2. 10 Hancurnya beton pada sisi yang tertekan.	20
Gambar 2. 11 Lepasnya ikatan antara beton dengan FRP.....	20
Gambar 3. 1 Peta Lokasi JORR W1, ruas Kebon Jeruk – Penjaringan.....	21
Gambar 3. 2 Diagram Alir.....	22
Gambar 4. 1 Denah lokasi P85-84 S jalan tol JORR W1	26
Gambar 4. 2 Potongan Memanjang P84-85 Jembatan Jalan Tol JORR W1	26
Gambar 4. 3 Potongan melintang <i>pier head</i> P85-84 S	27
Gambar 4. 4 Potongan melintang <i>pier head</i> P85-84 S kondisi aktual.....	28
Gambar 4. 5 Penulangan pada <i>pier head</i> kondisi aktual dilapangan.....	28
Gambar 4. 6 Gambar Kondisi Pemeriksaan Kerusakan Pada <i>Pier head</i>	28
Gambar 4. 7 Potongan melintang barrier.....	29
Gambar 4. 8 Data Tanah Pada Tiang Pancang	30
Gambar 4. 9 Lebar Ekuivalen Penampang <i>Pier head</i>	32
Gambar 4. 10 Penampang barrier	33
Gambar 4. 11 Faktor Beban Dinamis	34
Gambar 4. 12 Pemodelan <i>Pier head</i> No.8 P85 - 84 S	35
Gambar 4. 13 <i>Material Property</i> Beton $f_c' 52$ Untuk Tiang Pancang	36
Gambar 4. 14 <i>Material Property</i> Beton Mutu 411 Untuk <i>Pier head</i>	36
Gambar 4. 15 <i>Material Property</i> Mutu Tulangan Longitudinal.....	37
Gambar 4. 16 <i>Frame Section Pier head</i>	37
Gambar 4. 17 <i>Frame Section</i> Tiang Pancang	37
Gambar 4. 18 Pengurangan Pada <i>Frame Section</i> Akibat Retak.....	38

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 19	Kombinasi pembebanan standar	38
Gambar 4. 20	Kombinasi pembebanan aktual.....	39
Gambar 4. 21	Beban mati untuk lantai jembatan	39
Gambar 4. 22	Beban mati untuk barrier	39
Gambar 4. 23	Beban mati untuk aspal.....	39
Gambar 4. 24	Beban hidup untuk BGT.....	40
Gambar 4. 25	Beban hidup untuk BTR.....	40
Gambar 4. 26	Beban hidup untuk Truk	40
Gambar 4. 27	Output momen dengan pembebanan standar.....	40
Gambar 4. 28	Output momen dengan pembebanan aktual.....	40
Gambar 4. 29	Kebutuhan tulangan longitudinal (lapangan) beban standar	41
Gambar 4. 30	Kebutuhan tulangan longitudinal (tumpuan) beban standar	42
Gambar 4. 31	Kebutuhan tulangan geser beban standar	43
Gambar 4. 32	Kebutuhan tulangan longitudinal (lapangan) beban aktual	43
Gambar 4. 33	Kebutuhan tulangan longitudinal (tumpuan) beban aktual.....	44
Gambar 4. 34	Kebutuhan tulangan geser.....	45
Gambar 4. 35	Output momen akibat beban mati.....	57
Gambar 4. 36	Lokasi M _{cr} pada <i>pier head</i>	61
Gambar 4. 37	Rencana perkuatan FRP pada <i>Pier head</i>	62





DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran-1** Dokumen Analisis Kelayakan dan Kelayakan *Pier head* Jalan Tol JORR W1 Kebon Jeruk No 8 P84-85 S Pada Paket 3
- Lampiran-2** Dokumentasi Penempelan FRP Pada *Pier head* No. 8 P 85-84S Jembatan Jalan Tol JORR W1 Kebon Jeruk
- Lampiran-3** Analisis Perhitungan Hasil Pengujian Lendutan Pada *Pier head*
- Lampiran-4** Spesifikasi Produk Estowarp
- Lampiran-5** Gambar *Detail Engginering Desain* Jalan Tol JORR W1 Kebon Jeruk



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan tipe *pile slab* terletak pada jalan tol JORR W1 Kebon Jeruk dilakukan pemeriksaan kelayakan dan kelayanan strukturnya. Hasil yang didapatkan bahwa jembatan tersebut mengalami kerusakan yang diakibatkan dari bentang melebihi desain dan beban yang diterima berlebih (*overload*). Setelah dilakukan proses analisis, keretakan tersebut berupa retak melintang pada bagian *pier head*-nya. Keretakan ini termasuk dalam retak struktur paling berbahaya yang diakibatkan oleh momen lentur (Indianto & Setiyadi, 2018).

Sesuai dengan yang direncanakan setiap elemen struktur harus mampu menopang beban yang terjadi. *Pier head* merupakan elemen struktur yang berfungsi sebagai pemikul ujung perletakan pada jembatan. Jika suatu komponen struktur mengalami terjadinya kerusakan akan mengakibatkan penurunan pada kapasitas dalam memikul beban, maka dapat dikatakan bahwa jembatan dapat kehilangan tingkat keamanan dan kemampuan layannya (Hamdani et al., 2009). Maka itu jika *pier head* mengalami kerusakan tersebut dan tidak cepat ditangani maka akan mengakibatkan kegagalan struktur dapat dilihat salah satu contoh jembatan Kutai Kartanegara yang runtuh akibat kurangnya perencanaan dan ketidaksesuaian dalam pelaksanaan (Kurdi, 2017). Agar kerusakan yang terjadi tidak semakin meluas maka jembatan JORR W1 Kebon Jeruk ini dilakukan pelaksanaan perbaikan dengan pemasangan perkuatan menggunakan *Fiber Reinforcement Polymer* (FRP).

Menurut standar (ACI Committee 440, 2017) syarat saat pelaksanaan pemasangan FRP tidak boleh adanya beban yang bekerja termasuk berat struktur itu sendiri. Tetapi berdasarkan kondisi aktual di lapangan saat pemasangan FRP pada *pier head* jembatan jalan Tol JORR W1 kendaraan masih tetap melintas. Hal tersebut dikarenakan saat pelaksanaan pemasangan FRP tidak memungkinkan untuk menutup arus lalu lintas pada jalan tersebut mengingat kepadatan lalu lintas jalan tol JORR W1 sangat tinggi. Dengan adanya kondisi tersebut dikhawatirkan apakah FRP masih menambahkan kekuatan akibat dari pemasangan yang tidak sesuai dengan syarat. Karena jika FRP yang terpasang tidak menambah kekuatan maka akan dapat menyebabkan kegagalan struktur akibat dari retak-retak yang terjadi pada *pier head*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dengan adanya permasalahan tersebut maka peneliti akan mengevaluasi terhadap hasil perkuatan *Fiber Reinforcement Polymer* (FRP) pada *pier head* yang proses pemasangannya tidak sesuai dengan syarat dituang pada judul skripsi “Evaluasi Kapasitas Perkuatan *Pier head* Pada Struktur Jembatan *Type Pile slab*”.

1.2 Identifikasi Masalah

Dikarenakan saat pemasangan FRP tidak sesuai dengan prosedur persyaratan sebab operasional jalan tol tidak dapat dihentikan karena kepadatan lalu lintas sangat tinggi. Hal tersebut dikhawatirkan FRP tidak menambahkan kekuatan yang akan berakibat fatal bagi struktur dalam menahan beban lalu lintas. Mengenai hal tersebut maka perlu dilakukan evaluasi terhadap kapasitas perkuatan mengingat saat pelaksanaan pemasangan perkuatan FRP lalu lintas tidak dapat dihentikan.

1.3 Perumusan Masalah

Adapun Rumusan masalah yang diambil dalam penelitian ini berdasarkan permasalahan dan latar belakang adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kapasitas *pier head* kondisi aktual pada kondisi rusak sebelum diperkuat dengan FRP.
2. Bagaimana kapasitas perkuatan *pier head* dengan menggunakan FRP.
3. Bagaimana Kapasitas perkuatan *pier head* yang pemasangannya tanpa menghentikan lalu lintas berdasarkan hasil pengujian lendutan.
4. Bagaimana hasil evaluasi perkuatan FRP pada lantai jembatan sebelum dengan sesudah diperkuat.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisis kapasitas *pier head* kondisi aktual pada kondisi rusak sebelum diperkuat dengan FRP.
2. Menganalisis kapasitas perkuatan *pier head* dengan menggunakan FRP.
3. Menganalisis kapasitas perkuatan *pier head* yang pemasangannya tanpa menghentikan lalu lintas berdasarkan hasil pengujian lendutan.
4. Mengevaluasi perkuatan FRP pada lantai jembatan sebelum dengan sesudah diperkuat.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi mahasiswa, dapat dijadikan referensi dalam mengembangkan penelitian terkait kekuatan FRP.
2. Bagi proyek, sebagai salah satu alternatif kekuatan jika terjadi keretakan pada *pier head* akibat perubahan bentuk.
3. Bagi dunia industri, penelitian ini bisa sebagai salah satu referensi dalam mengevaluasi kapasitas kekuatan FRP.

1.6 Pembatasan Masalah

Dalam melakukan evaluasi kapasitas kekuatan *pier head* maka dilakukan pembatasan masalah yang bertujuan untuk menghindari perluasan pembahasan. Maka batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Objek penelitian ini pada *pier head* P85-84 S No.8 pada jembatan pile slab Jalan Tol JORR W1 Kebon Jeruk.
2. Data sekunder yang digunakan didapat dari PT Jakarta Lingkar Barat Satu.
3. Data lendutan yang digunakan hanya lendutan pada *pier head*.
4. Kekuatan yang digunakan merupakan FRP tipe carbon.
5. Hanya menganalisis kapasitas *pier head* kondisi aktual sebelum dan sesudah kekuatan sesuai hasil pemeriksaan dan uji lendutan.
6. Pemasangan FRP pada *pier head* dikerjakan oleh PT. Jakarta Lingkar Barat Satu
7. Tidak mengevaluasi kapasitas tiang pancang dan plat lantai.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan untuk menyusun Skripsi ini sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN, bab ini menjelaskan tentang latar belakang mengapa perlu dilakukan evaluasi kapasitas kekuatan *pier head*, identifikasi masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, pembatasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, pada bab ini menjelaskan tentang teori yang mendukung penelitian berupa teori tentang lendutan pada jembatan, kekakuan,



kerusakan pada jembatan, dan perkuatan dengan menggunakan FRP sebagai acuan dalam menganalisis data. Pada tinjauan pustaka ini didapat dari buku-buku, jurnal penelitian, standar peraturan serta sumber lain yang mendukung.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN, pada bab ini menjelaskan tentang metodologi yang akan digunakan dalam penelitian yang berisikan tentang bagan alir dan tahap penelitian, lokasi penelitian, metode analisis data, tahap pengumpulan data primer dan sekunder, serta jadwal pelaksanaan penelitian.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN, pada bab ini berisikan data yang didapat dari PT. Jakarta Lingkar Baratsatu serta menjelaskan proses mengelola dan menganalisis data yang didapat untuk mengevaluasi kapasitas perkuatan FRP pada *pier head*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN, pada bab ini menjelaskan kesimpulan yang didapat dari hasil proses analisis data serta saran yang diperlukan untuk penelitian selanjutnya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan dari proses analisis, kapasitas *pier head* kondisi aktual tidak memadai yang dapat dilihat dari kurangnya tulangan yang terpasang. Pada kondisi pembebanan standar kekurangan tulangan sebanyak 1D19 untuk tumpuan bawah dan 5D19 untuk lapangan bawah. Pada kondisi dengan pembebanan aktual didapat kekurangan tulangan yang terpasang sebanyak 2D19 untuk tumpuan bawah dan 8D19 untuk lapangan bawah. Serta dengan analisis gaya-gaya dalam kondisi pembebanan standar kekurangan tulangan longitudinal lapangan sebanyak 2D19 dan kondisi pembebanan aktual kekurangan tulangan longitudinal lapangan sebanyak 5D19.
2. Berdasarkan dari proses analisis, perkuatan yang digunakan berupa perkuatan FRP tipe carbon sebanyak 1 lapis dengan dimensi karbon $0,255\text{ mm} \times 800\text{ mm} \times 49000\text{ mm}$. Dengan hasil analisis perkuatan rencana FRP, didapatkan adanya peningkatan kapasitas setelah dilakukan perkuatan sebesar 99,918%.
3. Adapun evaluasi hasil uji lendutan bahwa pemasangan perkuatan tanpa menghentikan lalu lintas tetap menambahkan kekuatan pada *pier head* dibuktikan dengan adanya penurunan nilai lendutan sebesar 57% dengan nilai kekakuan meningkat sebesar 132,5%.
4. Dari hasil analisis didapatkan bahwa perkuatan dengan FRP tipe karbon berpengaruh dalam meningkatkan kapasitas *pier head* dengan didapatkan hasil peningkatan nilai kapasitas, penurunan nilai lendutan, serta peningkatan kekakuan. Hal tersebut membuktikan bahwa pelaksanaan perkuatan FRP yang pemasangannya dengan beban lalu lintas yang tetap berjalan masih memberikan kekuatan pada strukturnya.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil evaluasi kapasitas *pier head*, penulis memberikan saran kepada pihak yang terkait untuk dilakukan analisis lebih lanjut terkait kapasitas

perkuatan *pier head* kondisi sekarang, penurunan nilai lendutan tiap tahun dan sisa umur perkuatan FRP yang terpasang.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 440. (2017). *Guide For The Design And Construction Of Externally Bonded FRP Systems For Strengthening Concrete Structures: Vols. 440.2R-17*. American Concrete Institute.
- Alami, F., & Widyawati, R. (2010). Studi Eksperimental Perkuatan Geser Balok Beton Bertulang dengan GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer). *Jurnal Rekayasa*, 14(2).
- Anwar Ardhi, S., Cahyo Utomo, T., Wibowo, A., & Indradi Wijatmiko. (2014). Analisis Kemampuan Layan Jembatan Rangka Baja Soekarno – Hatta Malang Ditinjau Dari Aspek Getaran, Lendutan Dan Usia Fatik. *Jurusan Teknik Sipil*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Perencanaan Struktur Beton Pada Jembatan: Vol. SNI T-12-2004*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *Pembebanan Untuk Jembatan: Vol. SNI 1725:2016*. Badan Standardisasi Nasional. www.bsn.go.id
- Barker, R. M. (Richard M.), & Puckett, J. Alan. (2013). *Design of highway bridges : an LRFD approach* (Third). Wiley.
- Bowles, J. E. (1996). *Foundation Analysis And Design* (Fifth). McGraw-Hill.
- Budio, S. P., SMD, A., & Wijaya, A. (2010). Studi Evaluasi Usia Fatik Sisa Dan Lendutan Pada Jembatan Soekarno – Hatta Di Kota Malang (Evaluation Study Of Remaining Fatigue Life And Deflection At Soekarno – Hatta Bridge In Malang City). *REKAYASA SIPIL*, 4(2).
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2011). *Perbaikan Dan Perkuatan Struktur Beton Pada Jembatan: Vol. NSPM 022/BM/2011*. Direktorat Jendral Bina Marga.
- Hadi, B. W., Priyosulistyo, H., & Siswanto, M. F. (2021). Balok Beton Bertulang yang Diperkuat Dengan Carbon Fiber Reinforced Polymer Wrap Saat Dibebani Beban Gravitasi. *INERSIA: LNformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 17(1). <https://doi.org/10.21831/inersia.v17i1.39729>
- Hamdani, D., Kristiawan, S., & Ikhsan, C. (2009). Penilaian Kondisi Jembatan Keduang Pascabanjir. *Media Teknik Sipil*, 9(1).
- Indianto, A., & Setiyadi. (2018). Pengaruh Panjang Kesejajaran Antara Lantai Injak Dengan Lantai Jembatan Di Awal Bentang Terhadap Tingkat Kerusakan Lantai Jembatan. *Jurnal Poli-Teknologi*, 17(1), 43–50. <https://doi.org/10.32722/pt.v17i1.1097>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. (2015). Diklat Pemeliharaan Jembatan II. In *Diklat Pemeliharaan Jembatan II* (Perkuatan Jembatan). Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- Kurdi, A. (2017). Runtuhnya Jembatan Gantung Terpanjang di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil-Arsitektur*, 16(2).
- R, F. M. (2016). Studi Beban Fatik Terhadap Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang Perkuatan Glass Fiber Reinforced Polymer Sheet. *Jurnal Ilmiah Techno Entrepreneur Acta*, 1(1), 25–32.
- Savio, A., & Leman, S. (2021). Simulasi Perbandingan Titik Jepit Tiang Menggunakan Virtual Fixed Point Dan Lateral Spring Di Dermaga “KNP.” *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(3), 789–800. <https://doi.org/10.24912/jmts.v4i3.12429>
- Sumargo, S., & Siswanto, S. (2012). Penanganan Jembatan Musi Ampera Pasca Kebakaran. *Industrial Research Workshop and National Seminar*. <https://jurnal.polban.ac.id/proceeding/article/view/478>
- Tata, A., Raffel, A. F., & Djameluddin, R. (2018). Debonding Failure Pada Balok Beton Bertulang dengan Perkuatan Lembar GFRP Yang Dipengaruhi Beban Berulang dan Rendaman Air Laut. *Jurnal Sipil Sains*. <http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/sipils/article/view/870>
- Teng, J. G., & Chen, J. F. (2007). Debonding Failures Of RC Beams Strengthened With Externally Bonded FRP Reinforcement: Behaviour And Modelling. *Proceedings of the 1st Asia-Pacific Conference on FRP in Structures (APFIS 2007)*, 1.
- Yakin, Y. A., Pratiwi, D. S., & Bilaldy, B. F. (2020). Analisis Konstanta Pegas pada Fondasi Tiang (Studi Kasus: Gedung Type B DPRD Surabaya). *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 6(1). <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v6i1.42>