PERANCANGAN ULANG JEMBATAN KALI PUTIH

MAGELANG

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh:

YOHANIS F M SETITIT 220219230

BALDWIN GAVRA FATAN 220219013

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL

DEPARTEMEN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

2025

ABSTRAK

Berdasarkan hasil perencanaan dan analisis struktur , struktur atas Jembatan Kali Putih dengan bentang 50 m menggunakan PCI Girder dinyatakan memenuhi standar keamanan struktur jembatan. Pemeriksaan lendutan menunjukkan bahwa defleksi maksimum hasil analisis sebesar 0,0619 m (6,19 cm) masih lebih kecil dari batas lendutan izin sebesar 0,0625 m (L/800), sehingga kriteria kinerja layan terpenuhi. Pemeriksaan kapasitas geser menunjukkan bahwa kapasitas geser beton prategang sebesar ϕVn = 2.779,48 kN nilainya jauh lebih besar dibandingkan gaya geser terfaktor yang bekerja sebesar Vu = 1.212,35 kN, sehingga elemen girder aman terhadap kegagalan geser. Pemeriksaan kapasitas lentur menunjukkan bahwa momen lentur terfaktor sebesar 15.478,24 kNm masih lebih kecil dibandingkan kapasitas lentur nominal terfaktor sebesar 189.190,64 kNm, sehingga struktur dinyatakan aman terhadap kegagalan lentur. Pemeriksaan kapasitas torsi menunjukkan bahwa momen torsi terfaktor sebesar 165,99 kNm masih lebih kecil dibandingkan kapasitas torsi terfaktor sebesar 49.419,78 kNm, sehingga elemen PCI Girder memenuhi persyaratan keamanan terhadap puntir.

Pada struktur bawah jembatan berupa fondasi bored pile juga memenuhi standar keamanan geoteknik dan struktur. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas ultimit kelompok tiang sebesar 42.544,9 kN mampu menahan beban kerja sebesar 11.916,6 kN, dengan faktor keamanan sebesar 3,57, yang menunjukkan bahwa fondasi berada dalam kondisi aman. Selain itu, hasil analisis penurunan menunjukkan bahwa total penurunan elastis dan penurunan kelompok tiang masing-masing sebesar 1,64 mm dan 1,46 mm, sehingga total penurunan sebesar 2,99 mm (0,299 cm). Hasil analisis konsolidasi pada lapisan lempung menunjukkan bahwa nilai penurunan tersebut masih berada di bawah batas penurunan izin, sehingga tidak mengganggu stabilitas dan fungsi jembatan.

Secara keseluruhan, hasil perhitungan numerik pada struktur atas dan struktur bawah menunjukkan bahwa perancangan ulang Jembatan Kali Putih telah memenuhi standar keamanan kekuatan, stabilitas, dan kinerja layan sesuai dengan peraturan perencanaan jembatan yang berlaku.

Kata kunci: Jembatan, PCI Girder, kapasitas lentur, kapasitas geser, torsi, lendutan, fondasi bored pile, penurunan tanah, faktor keamanan

Abstrack

Based on the results of structural planning and analysis, the superstructure of the Kali Putih Bridge with a span of 50 m using PCI Girders is declared to meet the required bridge structural safety standards. The deflection check indicates that the maximum deflection obtained from the analysis is 0.0619 m (6.19 cm), which is smaller than the allowable deflection limit of 0.0625 m (L/800), thereby satisfying the serviceability performance criteria. The shear capacity verification shows that the shear capacity of the prestressed concrete girder, ϕVn = 2,779.48 kN, is significantly greater than the factored shear force acting on the structure, Vu = 1,212.35 kN, indicating that the girder element is safe against shear failure. The flexural capacity check shows that the factored bending moment of 15,478.24 kNm is smaller than the factored nominal flexural capacity of 189,190.64 kNm, confirming that the structure is safe against flexural failure. The torsional capacity check shows that the factored torsional moment of 165.99 kNm is smaller than the factored torsional capacity of 49,419.78 kNm, indicating that the PCI girder satisfies the safety requirements against torsion.

The substructure of the bridge, consisting of a bored pile foundation, also satisfies the geotechnical and structural safety standards. The calculations show that the ultimate capacity of the pile group is 42,544.9 kN, which is capable of resisting a working load of 11,916.6 kN, resulting in a safety factor of 3.57, indicating that the foundation is in a safe condition. Furthermore, the settlement analysis shows that the elastic settlement and pile group settlement are 1.64 mm and 1.46 mm, respectively, resulting in a total settlement of 2.99 mm (0.299 cm). The consolidation analysis of the clay layer indicates that the calculated settlement is still below the allowable settlement limit and therefore does not adversely affect the stability and functionality of the bridge.

Overall, the numerical analysis results of both the superstructure and substructure indicate that the redesign of the Kali Putih Bridge meets the safety requirements for strength, stability, and serviceability in accordance with the applicable bridge design standards.

Keyword: *Bridge, PCI Girder, flexural capacity, shear capacity, torsion, deflection, bored pile foundation, soil settlement, safety factor*.

Halaman Pernyataan

Kami yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama mahasiswa : Baldwin Gavra Fatan

NPM : 220219013

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

PERANCANGAN ULANG JEMBATAN KALI PUTIH MAGELANG

adalah karya orisinal dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Kami yang bertanda tangan di bawah ini berkontribusi pada Tugas Akhir ini dengan proporsi yang sama. Demikian pernyataan ini kami buat sebagai pelengkap dokumen Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 25 November 2025



(Baldwin Gavra Fatan)

Pengesahan

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN ULANG JEMBATAN KALI PUTIH

MAGELANG

Oleh:

Yohanis F M Setitit 220219230

Baldwin Gavra Fatan 220219013

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Satu	Pembimbing Dua
TAPI	TAPI
Yogyakarta, Desember 2025	Yogyakarta, Desember 2025
Dr. FX. Pranoto D. P, S.T., MURP.	Dr. Eng. Ir. Luky Handoko, S.T., M.Eng.
NIDN: 0525066901	NIDN: 0518108501

Disahkan oleh:

Ketua Prodi Teknik Sipil,

Yogyakarta, Desember 2025

Dr.-Ing. Ir. Agustina Kiky Anggraini, S.T., M.Eng.

NIDN : 0521088602.

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN ULANG JEMBATAN KALI PUTIH

MAGELANG

Oleh:

	
Yohanis F M Setitit	Baldwin Gavra Fatan
220219230	220219013

Telah diuji dan disetujui oleh:

Nama		Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Dr. FX. Pranoto D. P, S.T., MURP.	.....	9/1 2026
Sekretaris	: Dr. Eng. Ir. Luky Handoko, S.T., M.Eng.	.....	12/01 2026
Anggota	: Dr. Ir. J. Dwijoko Ansusanto, M.T.,IPU., ASEAN Eng.	.....	12-1-2026
Anggota	: Baskoro Abdi Praja, S.T., M.Eng.	.....	12-1-2026

Kata Pengantar

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat, serta karuniaNya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur ini dengan sukses. Hal ini merupakan syarat penting dalam perjalanan kami menuju gelar sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Kami menyadari tanpa bimbingan, arahan, dukungan, serta petunjuk dari berbagai pihak, maka kami akan mengalami kesulitan dalam menyusun laporan ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesarbesarnya kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur ini, di antara lain kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan penulis berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan dan laporan Tugas Akhir ini dengan baik
2. Prof. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng., IPU, ASEAN Eng, selaku dosen Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Prof. Ir. Yoyong Arifandi, M.Eng., Ph.D, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Ibu Dr.-Ing. Agustina Kiky Anggraini, S.T., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
5. Dr. Eng. Ir. Luky Handoko, S.T., M.Eng. dan Bapak Dr. FX. Pranoto D. P, S.T., MURP., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur.
6. Kedua orang tua kami yang sudah mendukung, mendoakan, dan memberi semangat dari awal hingga akhir penyusunan laporan.
7. Semua rekan – rekan kami yang selalu memberikan bantuan dan semangat kepada kami yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu.

Kami menyadari bahwa laporan Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar kami bisa perbaiki

kedepannya. Semoga laporan yang kami susun ini bermanfaat bagi rekan – rekan teknik sipil semua, Terima kasih.

Yogyakarta, 25 November 2025

Tim penyusun

Kelompok 4

Daftar Isi

PERANCANGAN ULANG JEMBATAN KALI PUTIH i
ABSTRAK i
Abstrack iii
Halaman Pernyataan v
Pengesahan vi
PENGESAHAN vii
Kata Pengantar viii
Daftar Isi x
Daftar Gambar xiii
Daftar Tabel xiv
Daftar Lampiran xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Keaslian Penulisan Tugas Akhir 4
1.6 Manfaat Tugas Akhir 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Jembatan 5
2.2 PCI (*Prestressed Concrete I*) Girder 6
2.3 Perancangan Struktur Atas Jembatan 7
2.4 Perancangan Struktur Bawah Jembatan 8
2.4.1 Abutment 9
2.4.2 Fondasi 10
2.5 Studi kasus: Jembatan Tol Trans Sumatra ruas Kayu Agung-Palembang 13
BAB III PERANCANGAN STRUKTUR ATAS 15
3.1 Data Struktur Jembatan 17
3.2 Pembebanan Struktur Atas 19
3.3 Penentuan Jumlah Tendon 28
3.4 Permodelan Struktur Atas Pada Software *Midas* 34

3.4.1 Definisi material 35
3.4.2 Definisi *section* 35
3.4.3 Definisi Nodes 37
3.4.4 Definisi *Supports*/ Tumpuan 37
3.4.5 Peletakan Beban Pada Jembatan 38
3.4.6 Pengecekan Kemanan Jembatan 39
3.5 Perhitungan Keamanan Struktur Atas 43
3.4.1 Pemeriksaan Kapasitas Defleksi 44
3.4.2 Pemeriksaan Kapasitas Geser (*Shear Capacity*) 45
3.4.3 Pemeriksaan Kapasitas Lentur PCI Girder 47
3.4.4 Pemeriksaan Kapasitas Torsi 50
BAB IV PERENCANAAN STRUKTUR BAWAH 53
4.1 Pendahuluan 53
4.2 Perencanaan Abutment 55
4.2.1 Data Struktur Bawah Abutment 56
4.2.2 Rekapitulasi Luas dan Volume Serta Berat Segmen Abutment 58
4.2.3 Perhitungan Gaya Horizontal Longitudinal (Ph_1) 59
4.2.4 Perhitungan Komponen Gaya Longitudinal 59
4.2.5 Rekapitulasi Gaya Longitudinal 60
4.2.6 Perhitungan Momen Akibat Gaya Horizontal 61
4.2.7 Momen Akibat Gaya Vertikal 62
4.2.8 Stabilitas Terhadap Guling 63
4.2.9 Stabilitas Terhadap Geser 63
4.2.10 Perhitungan Volume dan Berat Pile Cap 64
4.3 Penentuan Dimensi Fondasi Dalam dan Menghitung Kapasitas Dukung Izin Satu Tiang 64
4.3.1 Perhitungan Daya Dukung Tanah 66
4.3.2 Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data SPT 67
4.3.3 Luas Penampang dan Selimut Tiang 68
4.4 Kebutuhan Tiang dan Konfigurasi Tiang 69
4.4.1 Kebutuhan Jumlah Tiang 70
4.4.2 Pemilihan Jarak Antar Tiang 71
4.4.3 Efisiensi Kelompok Tiang (Metode Converse – Labarre) 72
4.5 Pemeriksaan Keamanan Tiang 73
4.6 Perhitungan Penurunan Fondasi Tiang 75

4.6.1 Perhitung Penurunan Elastik Tiang Tunggal..... 76
4.6.2 Penurunan Elastik Kelompok Tiang 85
4.5.3 Perhitungan Parameter Penurunan Konsolidasi..... 87
4.6.4 Perhitungan Penurunan Konsolidasi Kelompok Tiang..... 92
BAB V KESIMPULAN 99
Daftar Pustaka..... 100
LAMPIRAN 102
..... 105

Daftar Gambar

Gambar 1. 1 Peta Lokasi Jembatan 2
Gambar 1. 2 Lokasi jembatan 2
Gambar 3. 1 Nilai Vo dan Zo 23
Gambar 3. 2 Tekanan angin dasar 24
Gambar 3. 3 Section Precast Beam Pada Midas 35
Gambar 3. 4 Section cross beam pada midas 36
Gambar 3. 5 Nodes pada midas 37
Gambar 3. 6 Tampak 3D tumpuan jembatan 37
Gambar 3. 7 Nodes tumpuan pada jembatan 38
Gambar 3. 8 Letak beban pada midas 38
Gambar 3. 9 Letak tendon jembatan pada Midas 39
Gambar 3. 10 Defleksi pada jembatan 39
Gambar 3. 11 Legenda gaya geser jembatan pada midas 40
Gambar 3. 12 Gaya geser pada jembatan 40
Gambar 3. 13 Legenda momen lentur 41
Gambar 3. 14 Momen lentur pada jembatan 41
Gambar 3. 15 Legenda torsi 42
Gambar 3. 16 Torsi pada jembatan 42
Gambar 4. 1 Struktur bawah abutmen 56
Gambar 4. 2 Persamaan Kelompok Tiang 85
Gambar 4. 3 Grafik Angka Pori 89
Gambar 4. 4 Grafik Berat Jenis Jenuh 91
Gambar 4. 5 Grafik Korelasi 92
Gambar 4. 6 Distribusi Tegangan 93
Gambar 4. 7 Pile Cap 94

Daftar Tabel

Tabel 3. 1 Statis Momen Gaya Angin 25
Tabel 3. 2 Kombinasi Beban 27
Tabel 3. 3 Data Modulus Penampang PCI H-210 28
Tabel 3. 4 Posisi Tendon di Tengah Bentang 31
Tabel 3. 5 Posisi Tendon di Tumpuan Bentang 32
Tabel 3. 6 Momen Statis Tendon Pusat Bawah 32
Tabel 3. 7 Kapasitas geser 45
Tabel 3. 8 Kapasitas Lentur 48
Tabel 3. 9 Kapasitas torsi 50
Tabel 4. 1 Luas dan Volume serta Berat Segmen Abutmen 58
Tabel 4. 2 Perhitungan Kompenen Gaya Longitudinal 59
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Gaya Longitudinal 60
Tabel 4. 4 Momen Akibat Gaya Horizontal 61
Tabel 4. 5 Momen Akibat Gaya Vertikal 62
Tabel 4. 6 Penurunan Elastis 77
Tabel 4. 7 Penurunan Elastis pondasi dangkal 80
Tabel 4. 8 Nilai Cp Untuk Berbagai Jenis Tanah 81
Tabel 4. 9 Perhitungan Beban Pada Ujung Tiang 81
Tabel 4. 10 Akibat Beban Pada selimut 83
Tabel 4. 11 Penurunan Kelompok Tiang 86
Tabel 4. 12 Penurunan Konsolidasi 87
Tabel 4. 13 Lapis 1 94
Tabel 4. 14 Lapis 2 95
Tabel 4. 15 Lapis 3 95
Tabel 4. 16 Lapis 4 95
Tabel 4. 17 Elevasi Kedalaman 96

Daftar Lampiran

LAMPIRAN 1 104
LAMPIRAN 2 105
LAMPIRAN 3 106
LAMPIRAN 4 107
LAMPIRAN 5 108
LAMPIRAN 6 109
LAMPIRAN 7 111
LAMPIRAN 8 112
LAMPIRAN 9 113
LAMPIRAN 10 114
LAMPIRAN 11 115
LAMPIRAN 12 116
LAMPIRAN 13 117
LAMPIRAN 14 118
LAMPIRAN 15 119
LAMPIRAN 16 121
LAMPIRAN 17 122
LAMPIRAN 18 123
LAMPIRAN 19 124
LAMPIRAN 20 125
LAMPIRAN 21 126
LAMPIRAN 22 127
LAMPIRAN 23 128
LAMPIRAN 24 129
LAMPIRAN 25 130
LAMPIRAN 26 131
LAMPIRAN 27 132
LAMPIRAN 28 133
LAMPIRAN 29 134
LAMPIRAN 30 135
LAMPIRAN 31 136

LAMPIRAN 32 137
LAMPIRAN 33 138
LAMPIRAN 34 139
LAMPIRAN 35 140
LAMPIRAN 36 141
LAMPIRAN 37 142
LAMPIRAN 38 143
LAMPIRAN 39 144
LAMPIRAN 40 145
LAMPIRAN 41 146
LAMPIRAN 42 147
LAMPIRAN 43 148
LAMPIRAN 44 149
LAMPIRAN 45 150
LAMPIRAN 46 151
LAMPIRAN 47 152