

No. 15/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2025

SKRIPSI

**ANALISIS PERKUATAN *EXTERNAL PRESTRESSING* PADA
JEMBATAN RANGKA BAJA AUSTRALIA BALONG GANDU B**



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

Disusun Oleh:

Raden Raihan Saliim

NIM 2101411035

Pembimbing 1:

Yanuar Setiawan, S. T., M. T.

NIP. 199001012019031015

Pembimbing 2:

Rusri Tjendana, S.T.

PT Freyssinet Total Technology

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK PERANCANGAN JALAN
DAN JEMBATAN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



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

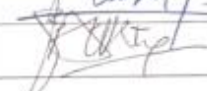
HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul:

ANALISIS PERKUATAN *EXTERNAL PRESTRESSING* PADA JEMBATAN RANGKA BAJA AUSTRALIA BALONG GANDU B

yang disusun oleh Raden Raihan Saliim (NIM 2101411035) telah dipertahankan dalam Sidang
Skripsi 2 di depan Tim Penguji pada hari Senin tanggal 23 Juni 2025.

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Praganif Sukarno, S.T., M.Eng.	
Anggota	Pratikto, S.T., M.Si.	

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil



NIP 196605181990102001



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

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul:

**ANALISIS PERKUATAN EXTERNAL PRESTRESSING PADA
JEMBATAN RANGKA BAJA AUSTRALIA BALONG GANDU B**

**yang disusun oleh Raden Raihan Saliim (NIM 2101411035) telah
disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam Sidang**

Tugas Akhir Tahap II

Dosen Pembimbing 1,

Yanuar Setiawan, S. T., M. T.

NIP. 199001012019031015

Dosen Pembimbing 2,

Rusri Tjendana, S.T.

PT Freyssinet Total Technology



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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Raden Raihan Saliim

NIM : 2101411035

Program Studi : S.Tr. Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan

Alamat *email* : raden.raihan.saliim.ts21@mhs.w.pnj.ac.id

Judul Naskah : Analisis Perkuatan *External Prestressing* Pada Jembatan Rangka Baja Australia Balong Gandu B

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2024/2025 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.

Jakarta, 07 Juli 2025

Yang menyatakan,

Raden Raihan Saliim



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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat, rahmat dan anugerah-Nyalah kami dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Perkuatan *External Prestressing* Pada Jembatan Rangka Baja Australia Balong Gandu B” dengan baik dan tanpa adanya halangan yang berarti.

Tujuan dibuatnya tugas akhir ini yaitu sebagai syarat untuk kelulusan bagi mahasiswa program Sarjana Terapan Jurusan Teknik Sipil Program Studi D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan.

Dalam proses penyusunan laporan ini, melibatkan berbagai pihak yang memberikan kontribusi yang begitu besar dan bermanfaat bagi penulis. Oleh karena itu kami ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga tercinta terutama kedua orang tua penulis, Ayahanda Raden Fadli Kamal dan Ibunda Yessie F. Dewi yang mendukung, mendoakan dalam segala hal untuk mendapatkan yang terbaik.
2. Bapak Yanuar Setiawan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah bersedia membimbing dengan sabar dan memberi arahan kepada penulis.
3. Ibu Istiatun S. T., M. T., selaku Ketua Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan.
4. Pak Hendrian Budi Bagus Kuncoro, S. T., M. Eng., selaku kepala Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
5. Pak Tri Suryadi S. T., M. T., dan Rusri Tjendana S. T., yang sudah membimbing dan memberikan masukan terhadap skripsi ini.
6. Segenap Tenaga Pengajar/Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan sehingga menambah wawasan.
7. Rekan-rekan teknik sipil, terutama rekan 4PJJ yang sudah mendukung, berkontribusi pada saat penulisan naskah skripsi hingga selesai serta selalu mendoakan untuk kesuksesan kita bersama.
8. Anisa Suryani yang sudah memberikan *support* dalam mengerjakan 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa penyusunan proposal skripsi ini tidak terlepas dari kekurangan. Oleh karena itu, penulis secara terbuka terhadap kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak dalam penulisan proposal skripsi ini. Penulis memohon maaf atas segala kekurangan, dan semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan dapat menambah wawasan kita semua.

Depok, 07 Juli 2025

Raden Raihan Saliim

**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 ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Pembatasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 State of the Art	5
2.2 Penelitian Terdahulu.....	5
2.3 Jembatan.....	8
2.4 Jembatan Rangka.....	9
2.5 Jembatan Rangka Baja Australia.....	21
2.6 Peraturan Pembebanan Jembatan	22
2.7 Konsep dan sistem <i>prestressing</i>	47
2.8 Perkuatan Jembatan Rangka dengan Sistem <i>External Prestressing</i>	50
2.9 Kehilangan Gaya Prategang pada <i>External Prestressing</i>	54
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	56
3.1 Gambaran Umum	56
3.2 Lokasi dan Objek Penelitian.....	56
3.3 Tahapan Penelitian	58
3.4 Penggunaan Peraturan	60



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

3.5	Luaran.....	61
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN		62
4.1	Data	62
4.2	Pembebanan.....	69
4.3	Permodelan Struktur.....	80
4.4	Hasil Analisis Perkuatan <i>External Prestressing</i>	108
4.5	Evaluasi Perbandingan Penggunaan <i>External Prestressing</i>	113
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		119
5.1	Kesimpulan.....	119
5.2	Saran.....	120
DAFTAR PUSTAKA		121
LAMPIRAN		123

**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 TABEL

Tabel 2. 1 Data Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 2. 2 Batas-batas pengekang lateral	12
Tabel 2. 3 Persyaratan Lendutan Berdasarkan RSNI-T-03-2005	14
Tabel 2. 4 Faktor Reduksi.....	14
Tabel 2. 5 Perbandingan maksimum lebar terhadap tebal untuk elemen tertekan	18
Tabel 2. 6 Perbandingan maksimum lebar terhadap tebal untuk elemen tertekan (tambahan).....	19
Tabel 2. 7 Berat Isi Untuk Beban Mati.....	22
Tabel 2. 8 Faktor Beban untuk Beban Sendiri (MS)	23
Tabel 2. 9 Faktor Beban untuk Beban Lajur (TD)	23
Tabel 2. 10 Faktor Beban untuk Beban Lajur (TT)	24
Tabel 2. 11 Nilai V0 dan Z0 untuk berbagai variasi kondisi permukaan hulu	27
Tabel 2. 12 Tekanan Angin Dasar.....	27
Tabel 2. 13 Faktor Pengaruh Susut dan Rangkak.....	28
Tabel 2. 14 Faktor Pengaruh Akibat Beban Prategang.....	28
Tabel 2. 15 Parameter T1 dan T2	29
Tabel 2. 16 Temperatur Jembatan Rata-Rata.....	30
Tabel 2. 17 Penjelasan Peta Gempa.....	31
Tabel 2. 18 Faktor amplifikasi untuk PGA dan 0.2 detik (F_{PGA}/F_a).....	33
Tabel 2. 19 Faktor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v)	34
Tabel 2. 20 Kategori kinerja seismik.....	34
Tabel 2. 21 Persyaratan analisis minimum untuk pengaruh gempa	35
Tabel 2. 22 Kombinasi Beban dan Faktor Beban.....	36
Tabel 2. 23 Faktor Keadaan Batas <i>Ultimate</i>	36
Tabel 2. 24 <i>Nominal</i> dan ULS <i>Selfweight</i>	38
Tabel 2. 25 Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana.....	39
Tabel 2. 26 Faktor Beban Dinamik untuk BGT Lajur "D"	40
Tabel 2. 27 Gaya Rem	40
Tabel 2. 28 Intensitas Beban Pejalan Kaki Untuk Trotoar Jalan Raya.....	41
Tabel 2. 29a Tekanan Angin Merata pada bangunan atas.....	41
Tabel 2. 30 Beban Garis Merata pada ketinggian lantai kN/m.....	42
Tabel 2. 31 Kombinasi Pembebanan Berdasarkan BMS-1992	45



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

Tabel 2. 32 Perbedaan Peraturan Pembebanan SNI 1725:2016 dan BMS-1992...	47
Tabel 2. 33 Spesifikasi <i>strand</i> berdasarkan ASTM 1416 <i>Grade 270</i>	54
Tabel 2. 34 Kehilangan gaya prategang akibat <i>slip anchorage</i>	55
Tabel 3. 1 Tabel Informasi Jembatan Balong Gandu B.....	57
Tabel 4. 1 Spesifikasi material <i>strand</i> PT Freyssinet Total Technology	68
Tabel 4. 2 Hasil deformasi jembatan berdasarkan masing-masing keadaan	108
Tabel 4. 3 Komparasi gaya aksial <i>top chord</i>	109
Tabel 4. 4 Komparasi gaya aksial <i>bottom chord</i>	110
Tabel 4. 5 Komparasi gaya aksial diagonal	111
Tabel 4. 6 Batang yang mengalami perlemahan.....	113
Tabel 4. 7 Perbandingan Deformasi Jembatan	113
Tabel 4. 8 Perbandingan Gaya Aksial Jembatan	114
Tabel 4. 9 Komparasi <i>steel ratio</i> pada peraturan pembebanan berbeda.....	115
Tabel 4. 10 Tabel batang dengan perkuatan plat	116
Tabel 4. 11 Hasil rasio setelah pemberian perkuatan plat	117

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 GAMBAR

Gambar 2. 1 Tipe Jembatan Rangka.....	9
Gambar 2. 2 Jembatan Rangka Kayu (<i>wooden truss</i>)	9
Gambar 2. 3 <i>Main Girder Bending Moment</i>	13
Gambar 2. 4 Gaya tarik hanya disalurkan baut	16
Gambar 2. 5 Faktor Panjang Efektif.....	21
Gambar 2. 6 Konfigurasi Jembatan Rangka Baja Australia.....	21
Gambar 2. 7 Peraturan Lendutan <i>Australian Road Bridges</i>	22
Gambar 2. 8 Beban Lajur "D"	24
Gambar 2. 9 Intensitas Pembebanan Truk (TT)	25
Gambar 2. 10 Faktor beban dinamis untuk beban T untuk pembebanan lajur "D"	25
Gambar 2. 11 Gradien Temperatur Vertikal Bangunan Atas Beton dan Baja	29
Gambar 2. 12 Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	31
Gambar 2. 14 Peta respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	32
Gambar 2. 15 Tabel Kelas Situs	33
Gambar 2. 16 Kedudukan Beban Lajur "D".....	39
Gambar 2. 17 Pembebanan Truk "T"	39
Gambar 2. 18 Jembatan jenis A.....	43
Gambar 2. 19 Jembatan jenis B.....	43
Gambar 2. 20 Jembatan Jenis C	44
Gambar 2. 21 Prosedur desain jembatan tipe A, B, dan C	44
Gambar 2. 22 Koefisien geser dasar tahun 1992.....	45
Gambar 2. 23 Dua sistem <i>prestressing</i>	48
Gambar 2. 24 <i>Basics of Pre-Tensioning Steps</i>	48
Gambar 2. 25 <i>Basics of Post-Tensioning Steps</i>	49
Gambar 2. 26 Kategori pada <i>internal prestressing</i>	49
Gambar 2. 27 Kategori pada <i>external prestressing</i>	49
Gambar 2. 28 Defleksi akibat pembebanan.....	50
Gambar 2. 29 Defleksi akibat <i>external prestressing</i>	50
Gambar 2. 30 Jembatan di Kendal dengan menggunakan <i>external prestressing</i> ..	50



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

Gambar 2. 31 <i>Top Deviator</i>	52
Gambar 2. 32 <i>Bottom Deviator</i>	53
Gambar 2. 33 <i>PC Strand</i> dan perkuatan pada <i>top deviator</i>	53
Gambar 2. 34 Kehilangan gaya prategang akibat <i>slip anchorage</i>	55
Gambar 3. 1 Laporan Informasi Jembatan Balong Gandu B	56
Gambar 3. 2 Lokasi Detail Jembatan Balong Gandu B	57
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	59
Gambar 4. 1 Dimensi benda kuat tarik baja	63
Gambar 4. 2 Kurva tegangan regangan uji tarik baja	63
Gambar 4. 3 Tabel dimensi batang Jembatan Balong Gandu B	64
Gambar 4. 4 Tampak samping Jembatan Balong Gandu B	64
Gambar 4. 5 Tampak atas dan tampak samping jembatan	65
Gambar 4. 6 Detail struktur jembatan rangka baja Balong Gandu B	65
Gambar 4. 7 Ukuran dan kelas jembatan	66
Gambar 4. 8 Potongan samping <i>external prestressing</i>	66
Gambar 4. 9 Data <i>edge deviator</i>	67
Gambar 4. 10 Data <i>mid deviator</i>	67
Gambar 4. 11 Data <i>top deviator</i>	67
Gambar 4. 12 <i>Anchorage</i> PT Freyssinet Total Technology	68
Gambar 4. 13 Faktor beban dinamis	70
Gambar 4. 14 Input beban temperatur	73
Gambar 4. 15 Data material tendon	74
Gambar 4. 16 Prosedur Analisis Gempa	74
Gambar 4. 17 Penentuan Gempa	74
Gambar 4. 18 Faktor beban dinamis	76
Gambar 4. 19 Beban rem kendaraan (TB)	78
Gambar 4. 20 Beban Angin BMS-1992	78
Gambar 4. 21 Beban Angin BMS-1992	79
Gambar 4. 22 Permodelan struktur jembatan rangka baja Australia dengan perkuatan	80
Gambar 4. 23 Material baja BS 55C	80
Gambar 4. 24 Material <i>tendon</i> ASTM A416	81
Gambar 4. 25 Plat lantai	81
Gambar 4. 26 <i>Section LC2A, Section LC1</i>	82



© 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

Gambar 4. 27 <i>Section LC8, Section LC7</i>	82
Gambar 4. 28 <i>Section LC9, Section LC1A</i>	83
Gambar 4. 29 <i>Section LD4X, Section LD3X</i>	83
Gambar 4. 30 <i>Section LD2Y, Section LD1</i>	84
Gambar 4. 31 <i>Section LX4, Section LX3</i>	84
Gambar 4. 32 <i>Section B1, Section B2</i>	85
Gambar 4. 33 <i>Section B3Y, Section B5</i>	85
Gambar 4. 34 <i>Section B6, Section B7</i>	86
Gambar 4. 35 <i>Section LC2, Section LD5X</i>	86
Gambar 4. 36 <i>Section plat lantai</i>	87
Gambar 4. 37 <i>Load cases</i>	87
Gambar 4. 38 <i>Beban plat lantai</i>	88
Gambar 4. 39 <i>Beban trotoar</i>	88
Gambar 4. 40 <i>Beban aspal</i>	89
Gambar 4. 41 <i>Beban air hujan</i>	89
Gambar 4. 42 <i>Input tendon property</i>	90
Gambar 4. 43 <i>Input tendon koordinat</i>	90
Gambar 4. 44 <i>Input gaya penarikan tendon</i>	91
Gambar 4. 45 <i>Nodal Load to Mass</i>	91
Gambar 4. 46 <i>PGA, S_s, S₁</i>	92
Gambar 4. 47 <i>PGA, S_s, S₁</i>	92
Gambar 4. 48 <i>Hasil generate design spectrum</i>	93
Gambar 4. 49 <i>Beban garis terpusat (BGT)</i>	93
Gambar 4. 50 <i>Beban terbagi rata (BTR)</i>	94
Gambar 4. 51 <i>Beban pejalan kaki (TP)</i>	94
Gambar 4. 52 <i>Beban rem (TB)</i>	94
Gambar 4. 53 <i>Beban temperatur merata (EUn)</i>	95
Gambar 4. 54 <i>beban angin pada struktur (EWs)</i>	95
Gambar 4. 55 <i>beban angin pada kendaraan (EWI)</i>	95
Gambar 4. 56 <i>Beban plat lantai</i>	96
Gambar 4. 57 <i>Beban trotoar</i>	96
Gambar 4. 58 <i>Beban aspal</i>	97
Gambar 4. 59 <i>Beban air hujan</i>	97
Gambar 4. 60 <i>Nodal body force gempa statis</i>	98



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. 61 Beban Garis Terpusat (BGT).....	98
Gambar 4. 62 Beban Terbagi Rata (BTR).....	99
Gambar 4. 63 Beban pejalan kaki (TP).....	99
Gambar 4. 64 Gaya Rem	99
Gambar 4. 65 Beban angin pada struktur.....	100
Gambar 4. 66 Beban angin pada beban hidup.....	100
Gambar 4. 67 <i>Load Combination</i> SNI 1725:2016	101
Gambar 4. 68 Kombinasi Kuat I	101
Gambar 4. 69 Kombinasi Kuat II	102
Gambar 4. 70 Kombinasi Kuat III.....	102
Gambar 4. 71 Kombinasi Kuat IV.....	102
Gambar 4. 72 Kombinasi Kuat IV.....	103
Gambar 4. 73 Kombinasi Ekstrem I X.....	103
Gambar 4. 74 Kombinasi Ekstrem I Y	103
Gambar 4. 75 Kombinasi Lendutan	104
Gambar 4. 76 Kombinasi Lendutan + PR	104
Gambar 4. 77 <i>Load Combination</i> BMS-1992	105
Gambar 4. 78 Kombinasi <i>Ultimate I</i>	105
Gambar 4. 79 Kombinasi <i>Ultimate II</i>	105
Gambar 4. 80 Kombinasi <i>Ultimate III</i>	105
Gambar 4. 81 Kombinasi <i>Ultimate IV</i>	106
Gambar 4. 82 Kombinasi <i>Ultimate V</i>	106
Gambar 4. 83 Kombinasi <i>Ultimate VI</i>	106
Gambar 4. 84 Kombinasi Lendutan	107
Gambar 4. 85 Gaya aksial akibat <i>external prestressing</i>	109
Gambar 4. 86 <i>Strength Reduction Factor</i>	114
Gambar 4. 87 Perkuatan Penampang LC1A	116



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 LAMPIRAN

Lampiran 1 Data.....	123
Lampiran 2 <i>Steel design</i> Perhitungan <i>software</i> Midas Civil 2022	124
Lampiran 3 Lampiran Validasi Permodelan Struktur.....	125
Lampiran 4 Administrasi	126





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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampai saat ini jembatan rangka secara sejarah memiliki peranan penting dalam transportasi (Artar & Carbas, 2023). Jembatan rangka baja adalah struktur yang terdiri dari anggota rangka yang saling berhubungan, dirancang untuk menjangkau jarak secara efisien. Ini memiliki desain yang ringan, kapasitas rentang tinggi, dan sambungan integral, menjadikannya komponen penting dalam rekayasa jembatan untuk stabilitas dan keamanan (Dimick, 2023).

Menentukan prioritas dalam pemeliharaan dan rehabilitasi jembatan berdasarkan nilai historisnya bukanlah tugas yang mudah. Meskipun Pedoman AASHTO untuk Rehabilitasi dan Penggantian Jembatan Bersejarah memberikan panduan dalam memilih jembatan yang layak dilestarikan, hingga saat ini belum ada pedoman khusus yang mengatur bagaimana menentukan jembatan mana yang harus diprioritaskan untuk direhabilitasi (Waldner, 2024). Dengan berkembang pesatnya infrastruktur di negara Indonesia untuk memenuhi kebutuhan transportasi, maka rehabilitasi pada jembatan merupakan sebuah upaya untuk menambahkan umur pakai dan kapasitas struktur sangat diperlukan. Rehabilitasi jembatan dilakukan dengan berbagai tujuan, seperti melestarikan jembatan bersejarah, meningkatkan kapasitasnya agar mampu menahan beban di masa depan, serta memperbaiki kerusakan yang disebabkan oleh kecelakaan atau faktor lainnya (Salih et al., 2022).

Setelah perang dunia II pada tahun 1918, terdapat beberapa jembatan yang mengalami peningkatan beban dalam waktu yang signifikan. Namun dengan berbagai upaya perbaikan, jembatan masih dapat bertahan hingga 20-30 tahun ke depan (Rajchel & Siwowski, 2024).

Maka penelitian mengenai “Analisis Perkuatan *External Prestressing* Pada Jembatan Rangka Baja Australia Balong Gandu B” dimana sangat penting untuk mengevaluasi seberapa optimal penggunaan *external prestressing* terhadap rehabilitasi jembatan.



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

1.2 Perumusan Masalah

Dalam melakukan penelitian ini, terdapat rumusan masalah yang akan dijawab dalam hasil penelitian ini. Di bawah ini merupakan rumusan masalah penelitian:

1. Bagaimana proses analisis perkuatan *external prestressing* dalam meningkatkan kapasitas struktur jembatan rangka baja Australia Balong Gandu B?
2. Bagaimana hasil analisis perkuatan jembatan sebelum menggunakan *external prestressing* dan jembatan sudah menggunakan *external prestressing* dari peraturan pembebanan BMS-1992 terhadap peraturan pembebanan SNI 1725:2016?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh jumlah dan profil tendon yang optimal terhadap efisiensi struktur jembatan PCI Girder. Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perkuatan *external prestressing* dalam meningkatkan kapasitas struktur jembatan rangka Australia Balong Gandu B.
2. Mengevaluasi perbandingan jembatan sebelum menggunakan *external prestressing* dan jembatan sudah menggunakan *external prestressing* dari peraturan pembebanan BMS-1992 terhadap peraturan pembebanan SNI 1725:2016.

1.4 Pembatasan Masalah

Penelitian ini dibatasi dengan batasan masalah sebagai berikut:

1. Proses analisis data dibantu menggunakan *software* Midas Civil 2022.
2. Data Struktur Jembatan diperoleh berdasarkan *As Built Drawing* pada Jembatan di lapangan berdasarkan perpustakaan Kementerian PU.
3. Pembebanan yang digunakan menggunakan SNI 1725:2016 dengan BMS-1992.
4. Sepsifikasi pekerjaan *external prestressing* berdasarkan brosur dari PT Freyssinet Total Technology.
5. Data kinerja struktur yang dibandingkan yaitu gaya dalam, lendutan, dan *stress ratio* pada bagian rangka utama.



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

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Mengoptimalkan desain jembatan eksisting ataupun jembatan baru dalam menerapkan *external prestressing* terhadap umur layan jembatan.
2. Menjadikan referensi bagi perencana untuk melakukan rehabilitasi jembatan terhadap optimasi biaya dan optimasi waktu untuk menambah kapasitas struktur jembatan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam memahami proposal skripsi ini, berikut sistematika penulisannya.

a. BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi penjelasan tentang latar belakang dilakukannya penelitian, identifikasi masalah, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat dan sistematika penulisan. Penelitian terkait dilakukan untuk mengetahui perkuatan *external prestressing* pada jembatan rangka baja Australia Balong Gandu B terhadap penyesuaian peraturan pembebanan jembatan.

b. BAB II Tinjauan Pustaka

Memaparkan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penyusunan/ penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam skripsi yaitu perkuatan *external prestressing* pada jembatan rangka baja Australia Balong Gandu B terhadap penyesuaian peraturan pembebanan jembatan.

c. Bab III Metodologi

Bab ini menjelaskan metodologi yang digunakan dalam penelitian yang berisi tahapan penelitian dimulai dari bagan alir penelitian, lokasi penelitian, dan tahap pengumpulan data yaitu data sekunder yang diperoleh dari berbagai pihak.



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

d. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisikan analisis dan pembahasan. Pembahasan pada bab ini berisi proses pengolahan data pada saat analisis perhitungan penggunaan *external prestressing* terhadap dua peraturan pembebanan jembatan berbeda. Dijelaskan juga penyebab perbedaan antara dua perbedaan peraturan pembebanan tersebut untuk pengambilan kesimpulan.

e. Bab V Kesimpulan

Pada bab ini berisi tentang penyampaian kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis terhadap penelitian yang telah dilakukan, kemudian diikuti dengan saran yang diperlukan untuk studi yang berhubungan dengan perkuatan *external prestressing* pada jembatan rangka baja Australia Balong Gandu B terhadap penyesuaian peraturan pembebanan jembatan.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perkuatan *external prestressing* jembatan Rangka Baja Australia Balong Gandu B dilakukan dengan spesifikasi data material dan penampang tendon PT Freyssinet Total Technology serta dengan melakukan eksentrisitas sebesar 0.5 m dan 1 m. Digunakan *tendon* tipe 19K15 dengan gaya tarik 75% UTS.

Lendutan yang didapatkan yaitu:

- a. BMS-1992 tanpa perkuatan: 169.66 mm
- b. SNI 1725:2016 tanpa perkuatan: 174.72 mm
- c. SNI 1725:2016 dengan perkuatan: 57.03 mm

2. Perkuatan dengan *external prestressing* terbukti meningkatkan perilaku lendutan struktur. Dibandingkan dengan kondisi tanpa perkuatan, terjadi peningkatan kapasitas sebesar 67% untuk pembebanan SNI 1725:2016, dan 64% untuk pembebanan BMS-1992. *External prestressing* paling efektif memperkuat batang rangka pada bagian *bottom chord* dan batang *diagonal*. Namun, terjadi pelemahan signifikan di area sekitar angkur *external prestressing*, sehingga diperlukan evaluasi dan potensi perkuatan tambahan pada batang-batang tersebut.

Untuk pembebanan SNI 1725:2016, penerapan *external prestressing* dengan *strand* 19K15 dan gaya tarik 75% UTS menghasilkan peningkatan pada:

- a. *Bottom chord* (LC1, LC2A, LC7, LC8, LC9): 65%–97%
- b. *Top chord* (LC1A, LC2, LC7, LC8): 6%–8%
- c. *Diagonal* (LD1, LD2Y, LD3X, LD4X, LD5X): 5%–131%

Sedangkan untuk pembebanan BMS-1992, peningkatan yang dicapai adalah:

- a. *Bottom chord*: 64%–97%
- b. *Top chord*: 1%–3%
- c. *Diagonal*: 7%–133%

Pelemahan terbesar teridentifikasi pada batang LC1A, yaitu sebesar 108% terhadap pembebanan BMS-1992 dan 96% terhadap SNI 1725:2016. Oleh karena itu, perkuatan tambahan sangat disarankan pada area tersebut untuk menjaga kekuatan struktur secara keseluruhan.



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

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Untuk kekuatan jembatan *external prestressing* dapat melakukan variasi pada konfigurasi tendon *external prestressing*.
2. Untuk kekuatan jembatan *external prestressing* dapat melakukan variasi spesifikasi data material dan juga data penampang.
3. Untuk kekuatan jembatan *external prestressing* perlu dilakukan asesmen jembatan lebih detail agar dapat dilakukan analisis lebih dalam.
4. Untuk perbandingan antara kedua peraturan, dapat dibandingkan dengan peraturan lain.





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

- Aalami, B. O. (2014). *Post-Tensioned Buildings : Design and Construction*.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1994). *AASHTO LRFD bridge design specifications: SI units (1st ed.)*.
- Artar, M., & Carbas, S. (2023). *Optimizing the seismic resilience performance of steel truss bridges by maximum energy dissipation via friction dampers*. 58(November), 105508. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.105508>
- ASTM. (2024). Standard Specification for Low-Relaxation, Seven-Wire Steel Strand for Prestressed Concrete. *ASTM International, January*. <https://doi.org/10.1520/A0416>
- Austroad. (1996). *Australian bridge design code: Limit states format (Sections 1 to 5 of the 1992 Austroads Bridge Design Code)*. Austroads Incorporated.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2016). *Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa SNI 2833:2016* (pp. 1–70).
- Badan Standarisasi Nasional. (2005). *RSNI T-03-2005 Perencanaan struktur baja untuk jembatan*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). *Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725:2016*.
- Chairunnisa, N., Pratiwi, A. Y., Cahyadi, A., Karim, A., Prakoso, P. B., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Mangkurat, U. L., Studi, P., Teknik, M., Teknik, F., & Mangkurat, U. L. (2024). *KAJIAN JEMBATAN A-HALF THROUGH ARCH SESUAI SNI 1725:2016 DAN SNI 2833:2016 (STUDI KASUS JEMBATAN RUMPLANG, KABUPATEN BARITO KUALA)*. 13(1).
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. (2004). *Pd T-03-2004-B Perkuatan Jembatan Rangka Baja Australia Dengan Metode Prategang Eksternal*.
- Dimick, S. F. G. (2023). *Mechanic Analysis of the Key Node in Steel Truss Bridge*. 79–92. <https://doi.org/10.4236/wjm.2023.133004>
- Dirjen Bina Marga KemenPUPR. (2001). *Laporan Akhir Aplikasi Metoda Perkuatan Jembatan Rangka Baja Australia (RBA)*.
- Dirjen Bina Marga KemenPUPR. (2004). *Laporan Akhir Peninjauan Ulang Peraturan Gempa Untuk Jembatan dan Pembuatan Metoda Perkuatan Jembatan*.



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

- Indianto, A. (2020). *Modul Daring Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*.
- Kim, T.-K., Jung, W.-T., Park, J.-S., & Park, H.-B. (2022). *Experimental Study on Effects of Additional Prestressing Using Fiber Reinforced Polymers and Strands on Deterioration of PSC Bridge Structure*. <https://doi.org/10.3390/polym14061115>
- NAASRA. (1976). *Bridge design specification of the National Association of Australian State Road Authorities (5th ed.)*.
- Nechvoglod, V., & Rapattoni, F. (2000). *Live Load Deflection Limits for Australian Road Bridges*. 105–120.
- Rajchel, M., & Siwowski, T. (2024). Fatigue assessment of a 100-year-old riveted truss railway bridge. *Journal of Constructional Steel Research*, 217(April), 108662. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2024.108662>
- Salih, O. A., Nathem, N. A., & Al-Darzi, S. Y. K. (2022). Rehabilitation of the second and third spans of the steel frame of Mosul's Second Bridge. *Case Studies in Construction Materials*, 17(September), e01499. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01499>
- Setiawan, Y. (2021). *Modul Daring Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*.
- Shen, T., Fan, P., & Dong, J. (2024). Analysis of Crack Control Effect in Reinforced Concrete T-Beams Strengthened with External Prestressing. *Journal of Physics: Conference Series*, 2913(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2913/1/012016>
- Supriyadi, B., & Muntohar, A. S. (2007). Jembatan (Edisi Pertama). In *Jembatan*.
- THE FREYSSINET PRESTRESS CONCRETE. (2024). *Prestressing Manual* (p. 52). sipilpedia.com
- Tjendana, R., & Aghnia, H. (2024). *External Prestressing Metode Perkuatan Struktur Aktif*. sipilpedia.com
- Transfield MBK. (1998). *Manual For Assembly and Erection of Steel Spans*.
- Waldner, D. (2024). ScienceDirect ScienceDirect ScienceDirect of Civil Structures Evaluation of Historic Truss Bridges Evaluation of Josh Historic Truss Bridges. *Procedia Structural Integrity*, 64(2023), 588–595. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2024.09.313>