

No. 79/TA/D3-KS/2026

**EVALUASI LENDUTAN STRUKTUR GIRDER PCU SPAN P124B-P125B
PROYEK LRT (LIGHT RAIL TRANSIT) JAKARTA PHASE 1B VELODROME –
MANGGARAI**



Disusun Oleh:

Bagas Pangestu

NIM 2301321071

Pembimbing:

Rafie Itharani Ulkhaq S.T.,M.T

NIP. 197505102005012001

PROGRAM STUDI KONSTRUKSI SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir Berjudul :

**EVALUASI LENDUTAN STRUKTUR GIRDER PCU SPAN P124B-P125B
PROYEK LRT (LIGHT RAIL TRANSIT) JAKARTA PHASE 1B VELODROME –
MANGGARAI**

Yang disusun oleh Bagas Pangestu NIM 2301321071 telah disetujui

Dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam

Sidang Tugas Akhir

Pembimbing:

Rafie Itharani Ulkhaq, S.T., M.T.

NIP. 196605181990102001



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

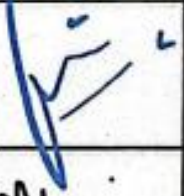
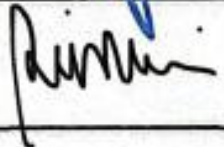
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul :

**EVALUASI LENDUTAN STRUKTUR GIRDER PCU SPAN P124B-P125B
PROYEK LRT (LIGHT RAIL TRANSIT) JAKARTA PHASE 1B VELODROME –
MANGGARAI**

Yang disusun oleh Bagas Pangestu NIM 2301321071 telah dipertahankan dalam
Sidang Tugas Akhir di depan

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Andi Indianto, Drs., S.T., M.T NIP 196109281987031002	
Anggota	Tri Widya Swastika, S.T., M.T., Dr NIP 198604292014042001	
Anggota	Rinawati, S.T., M.T NIP 197505102005012001	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta



Istiatun, S.T., M.T

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 mengumunkan 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 :

Nama : Bagas Pangestu

NIM : 2301321071

Prodi : Kontruksi Sipil

Alamat Email : bagas.pangestu.stu.pnj.ac.id

Judul Naskah : EVALUASI LENDUTAN STRUKTUR GIRDER PCU SPAN
P124B-P125B PROYEK LRT (LIGHT RAIL TRANSIT) JAKARTA PHASE
1B VELODROME – MANGGARAI

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 yang saya susun merupakan hasil karya asli saya sendiri, bukan hasil plagiasi dari karya pihak lain, serta belum pernah diajukan dalam bentuk kegiatan akademik apa pun. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa karya ini tidak sesuai dengan pernyataan tersebut, maka saya bersedia menerima konsekuensi berupa pembatalan Tugas Akhir serta sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan penuh tanggung jawab.

Depok, Juli 2026

Bagas Pangestu



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

KATA PENGANTAR

Puji, syukur, dan sembah sujud setinggi-tingginya penulis panjatkan ke hadirat Allah Tritunggal Yang Mahakudus—Bapa, Putra, dan Roh Kudus—yang atas segala limpahan rahmat, kekuatan, petunjuk, dan hikmat-Nya, telah menyertai dan menuntun penulis dari awal hingga selesainya penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Kemuliaan bagi Allah atas segala perkara.

Tugas Akhir yang berfokus pada bidang perancangan dan analisis struktur ini disusun guna memenuhi salah satu syarat akademis dalam menyelesaikan program studi Diploma III (D3) di Politeknik Negeri Jakarta. Selain sebagai syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md.), Tugas Akhir ini juga merupakan wujud nyata dari penerapan ilmu teknik sipil yang telah penulis pelajari selama masa perkuliahan.

Melalui Tugas Akhir, penulis dapat menambahkan pengetahuan dan kemampuan yang cukup andal dalam menghadapi tugas yang ada dilapangan dengan berdasarkan teori yang telah dipelajari. Dalam penulisan tugas akhir, data diperoleh berdasarkan hasil observasi di lapangan, wawancara dengan pihak terkait, serta studi literatur yang diperoleh. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah Bapa, Putra, dan Roh Kudus ., yang telah memberikan berkat dan karunia-Nya.
2. Kedua Orang Tua Tercinta. Terima kasih telah menjadi alasan utama penulis untuk terus berjuang. Terima kasih atas kesabaran kalian menunggu keberhasilan ini, atas setiap suapan semangat saat aku lelah, dan atas kasih sayang yang tidak pernah menuntut balas. Gelar ini adalah hadiah kecil untuk segala pengorbanan kalian yang tak ternilai.
3. Untuk Diri Saya Sendiri, terima kasih karena telah memilih untuk tidak menyerah. Terima kasih sudah mau diajak berjuang bersama, melewati malam-malam panjang yang melelahkan, dan tetap bertahan meski berkali-kali merasa tidak mampu, kamu hebat sudah sampai di sini. Tunggu aku Kembali lagi esok pagi, tumbuh



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

lebih baik cari panggilanmu.

4. Ibu Rafie, S.T.,M.T selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk membimbing penulis. Terima kasih karena tidak hanya menjadi pembimbing akademik senantiasa memberikan arahan, dan bimbingan dalam menyusun Tugas Akhir ini.
5. PT. OCG-OJD Joint Operation, Project Management Consulting (PMC), yang telah menerima kami untuk dapat melaksanakan Kerja Praktik di Proyek LRT Jakarta Phase 1B.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memerlukan banyak penyempurnaan. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan tugas ini.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Bagas Pangestu



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Beton Prategang	8
2.2.1 Perbandingan Dengan Bertulang Biasa.....	9
2.2.2 Sistem Pratarik (<i>Pretensioned</i>) vs Pascatarik (<i>Post-tensioned</i>)	10
2.2.3 Baja Tulangan Prategang	10
2.2.4 Jenis-Jenis Baja Prategang	10
2.2.5 Untaian Kawat 7-Wire dan Spesifikasi ASTM A416	11
2.2.6 Perhitungan Luas Penampang Efektif Tendon.....	11
2.2.7 Karakteristik Tegangan-Regangan Strand	11
2.3 Relaksasi Baja	12
2.3.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Relaksasi	12
2.3.2 Rumus Perhitungan Kehilangan Akibat Relaksasi	13
2.3.3 Kontribusi Relaksasi Terhadap Kehilangan Jangka Panjang Total ..	14
2.4 Jembatan.....	15
2.4.1 Klasifikasi Jembatan	15
2.4.2 Komponen Utama Jembatan	16
2.4.3 Fungsi Jembatan dalam Infrastruktur.....	17
2.5 Jembatan Beton Prategang	17

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



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

2.5.1	Fabrikasi dan Erection Girder Prategang	18
2.6	Girder	19
2.6.1	Tipe-Tipe Penampang Gelagar dan Pemilihan Berdasarkan Bentang	19
2.6.2	Properti Geometri Penampang Gelagar	20
2.7	Girder Bertipe PCU	21
2.7.1	Keunggulan Gelagar PCU Dibanding Tipe Lain	22
2.7.2	Penerapan untuk Jembatan Kereta dan LRT	23
2.8	Pembebanan Jembatan Kereta.....	23
2.8.1	Konsep Umum Pembebanan	23
2.8.2	Beban Mati	24
2.8.3	Beban Hidup Kereta	24
2.9	Kriteria Evaluasi.....	25
2.9.1	Filosofi Desain LRFD	25
2.9.2	Kriteria Kontrol Defleksi (Deflection Check).....	25
BAB III METODOLOGI.....		26
3.1	Lokasi dan Objek Penelitian	26
3.2	Tahapan Analisis Struktur.....	26
3.2.1	Studi Literatur	27
3.2.2	Teknik Pengumpulan Data	27
3.2.3	Pemodelan Struktur.....	27
3.2.4	Input Gaya Prategang	28
3.2.5	Pembebanan	28
3.2.6	Kombinasi Pembebanan.....	29
3.2.7	Analisis Struktur dengan SAP2000.....	29
3.2.8	Evaluasi Lendutan.....	30
3.2.9	Hasil dan Pembahasan.....	30
3.2.10	Kesimpulan dan Saran.....	30
3.3	Diagram Alur	31
3.4	Perangkat Lunak Penelitian.....	32
3.4.1	SAP2000	32
3.4.2	Microsoft Excel	32
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Data Jembatan	33
4.1.1	Data Umum Proyek.....	33
4.1.2	Data Geometri Jembatan	34



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

4.1.3	Data Tendon	35
4.1.4	Data Material Jembatan.....	37
4.2	Analisis Pembebanan	38
4.2.1	Beban Mati	38
4.2.2	Beban Mati Tambahan	38
4.2.3	Beban Hidup (Kereta Statis)	39
4.2.4	Perhitungan Gaya Prategang	40
4.2.4.2	Kehilangan Jangka Pendek	42
4.2.4.3	Kehilangan Jangka Panjang	46
4.2.4.4	Gaya Prategang Efektif (Pe _{eff}).....	49
4.3	Pemodelan Struktur menggunakan SAP2000	52
4.3.1	Pemodelan Geometri.....	52
4.3.2	Pendefinisian Properti Material.....	53
4.3.3	Pendefinisian Penampang Gelagar.....	54
4.3.4	Pendefinisian Tendon dan Strand.....	55
4.3.5	Pendefinisian Pembebanan.....	56
4.3.5.1	Beban Mati	56
4.3.5.2	Beban Mati Tambahan	57
4.3.5.3	Beban Hidup Statis.....	57
4.3.5.4	Gaya Prategang	58
4.3.6	Pendefinisian Kombinasi Pembebanan	59
4.3.6.1	Kombinasi Camber.....	59
4.3.6.2	Kombinasi LL	60
4.4	Analisis Lendutan.....	61
4.4.1.	Lendutan Akibat Beban Mati + Slab Deck	61
4.4.2.	Lendutan Akibat Beban Mati Tambahan	61
4.4.3.	Lendutan Akibat Beban Hidup Statis.....	62
4.4.4.	Lendutan Akibat Gaya Prategang (Camber)	63
4.4.5.	Lendutan Akibat Kombo Camber	64
4.4.6.	Lendutan Akibat Kombo LL	65
4.4.7.	Rekapitulasi Lendutan.....	65
4.5	Batas Lendutan Izin.....	66
4.6	Evaluasi Lendutan.....	66
BAB V	PENUTUP.....	68
5.1.	Kesimpulan	68



5.2. Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	70



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



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	26
Gambar 3. 2 Diagram Alir	31
Gambar 4. 1 Layout Potongan Memanjang	34
Gambar 4. 2 Layout Memanjang Tendon	36
Gambar 4. 3 Layout Tendon	36
Gambar 4. 4 Model Struktur Girder	52
Gambar 4. 5 Pendefinisian Material Pada SAP2000	53
Gambar 4. 6 Pendefinisian Penampang	54
Gambar 4. 7 Pemodelan Tendon Pada Struktur	55
Gambar 4. 8 Model Struktur Dibebani Slab Deck sebagai beban mati	56
Gambar 4. 9 Model Struktur Dibebani Beban Mati Tambahan	57
Gambar 4. 10 Model Struktur Dibebani Beban Hidup Statis (Gandar Kereta)	58
Gambar 4. 11 Jendela Input Gaya Prategang pada Tendon	58
Gambar 4. 12 Pendefinisian Kombinasi Pembebanan	59
Gambar 4. 13 Pendefinisian Kombinasi Camber	59
Gambar 4. 14 Pendefinisian Kombinasi LL	60
Gambar 4. 15 Lendutan Akibat Beban Mati + Slab Deck	61
Gambar 4. 16 Lendutan Akibat Beban Mati Tambahan	62
Gambar 4. 17 Lendutan Akibat Beban Hidup Statis	63
Gambar 4. 18 Camber Terhadap Gaya Prategang	63
Gambar 4. 19 Lendutan Akibat Kombinasi Camber	64
Gambar 4. 20 Lendutan Akibat Kombinasi LL	65
Gambar 4. 21 Lendutan terhadap Kombinasi LL setelah dinaikan gaya prategang ..	67

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



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 4. 1 Data Geometri Penampang	35
Tabel 4. 2 Data Panjang Tendon	36
Tabel 4. 3 Data Profil Ketinggian Tendon	37
Tabel 4. 4 Gaya Jacking Per Tendon	41
Tabel 4. 5 Kehilangan Akibat Gesekan	42
Tabel 4. 6 Gaya jacking Setelah Kehilangan Terhadap Gesekan	44
Tabel 4. 7 Nilai L_{set}	44
Tabel 4. 8 Nilai Kehilangan Akibat Slip Angkur	44
Tabel 4. 9 Gaya Prategang Rata Rata Setelah Slip Angkur	48
Tabel 4. 10 Nilai Kehilangan Akibat Relaksasi Baja	49
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Kehilangan Jangka Pendek	50
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Kehilangan Jangka Panjang	50
Tabel 4. 13 Gaya Prategang Efektif	51
Tabel 4. 14 Data Material	53
Tabel 4. 15 Konfigurasi Panjang Tendon	54
Tabel 4. 16 Rekapitulasi Analisis Lendutan	65

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 LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Lembar Asistensi	71
Lampiran 1. 2 Halaman Persetujuan	72
Lampiran 1. 3 Persetujuan Pembimbing Menyerahkan Revisi	73
Lampiran 1. 4 Lembar Asistensi Penguji 1	74
Lampiran 1. 5 Lembar Persetujuan Penguji 1	75
Lampiran 1. 6 Lembar Asistensi Penguji 2	76
Lampiran 1. 7 Lembar Persetujuan Penguji 2	77
Lampiran 1. 8 Lembar Asistensi Penguji 3	78
Lampiran 1. 9 Lembar Persetujuan Penguji 3	79
Lampiran 1. 10 Resume of Post Tension	80
Lampiran 1. 11 Shopdrawing 1	81
Lampiran 1. 12 Shopdrawing 2	81
Lampiran 1. 13 Shopdrawing 3	82
Lampiran 1. 14 Shopdrawing 4	82
Lampiran 1. 15 Shopdrawing 5	83
Lampiran 1. 16 Shopdrawing 6	83

**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

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan infrastruktur transportasi massal di kawasan perkotaan, khususnya di DKI Jakarta, terus mengalami percepatan yang signifikan dalam rangka mengatasi permasalahan kemacetan yang semakin kompleks. Salah satu upaya konkret yang sedang dilaksanakan adalah pembangunan Light Rail Transit (LRT) Jakarta Phase 1B dengan koridor Velodrome–Manggarai. Proyek ini merupakan perluasan dari jaringan LRT Jakarta yang telah beroperasi sebelumnya, dengan tujuan memperluas jangkauan layanan transportasi publik yang terintegrasi, andal, dan efisien bagi warga Ibu Kota.

Infrastruktur LRT Jakarta Phase 1B dibangun sebagai struktur layang (*elevated viaduct*) yang melintasi kawasan padat penduduk dan jalan-jalan utama Kota Jakarta. Dalam sistem struktur layang ini, gelagar (*girder*) memegang peranan sebagai komponen struktural utama pada bangunan atas (*superstructure*) jembatan yang bertugas memikul seluruh beban operasional kereta, beban mati, maupun beban lingkungan, untuk kemudian menyalurkannya secara aman menuju sistem bangunan bawah (*substructure*) melalui pilar dan pondasi.

Tipe gelagar yang digunakan pada proyek LRT Jakarta Phase 1B adalah PCU Girder, yaitu gelagar beton prategang pracetak bertipe penampang U (*U-Girder*). Pemilihan tipe PCU Girder ini didasari oleh sejumlah keunggulan teknis yang sangat sesuai dengan karakteristik dan tuntutan infrastruktur rel perkotaan modern, antara lain: kapasitas kekakuan torsional yang tinggi berkat penampang tertutup saat dikompositkan dengan pelat lantai, kemampuan untuk meredam kebisingan akibat interaksi roda kereta dengan rel, sistem perlindungan terhadap risiko *derailment* (anjlokkan kereta), serta kemudahan manajemen utilitas urban di dalam rongga gelagar. Selain itu, sistem pracetak segmental yang diterapkan memungkinkan pelaksanaan konstruksi yang cepat di lingkungan padat perkotaan tanpa mengganggu lalu lintas di bawahnya.



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

Dalam proses perancangan dan verifikasi struktur, suatu gelagar tidak

cukup hanya dianalisis secara manual. Pendekatan modern yang berbasis metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*) menggunakan perangkat lunak analisis struktur seperti SAP2000 mutlak diperlukan guna mendapatkan gambaran perilaku struktur yang lebih akurat dan komprehensif, terutama dalam menghadapi variasi pembebanan yang kompleks seperti beban gempa, beban dinamis kereta, beban angin, serta kombinasi beban lainnya sesuai standar SNI 1725:2016 dan SNI 2833:2016.

Oleh karena itu, penelitian tugas akhir ini mengambil objek kajian berupa PCU Girder pada bentang Pier P124B–P125B proyek LRT Jakarta Phase 1B. Analisis dilakukan secara penuh menggunakan perangkat lunak SAP2000, meliputi pemodelan struktur 3D, input pembebanan, dan kontrol keamanan struktur mencakup tegangan lentur, kekuatan geser, kekuatan torsi, dan defleksi—untuk memverifikasi bahwa desain yang telah direncanakan mampu memenuhi seluruh persyaratan standar teknis yang berlaku.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, penelitian ini merumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Berapa besaran lendutan positif yang terjadi akibat dari gaya prategang ?
- b. Berapa besar lendutan yang terjadi akibat beban hidup statis ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

- a. Mencari camber akibat prategang
- b. Mencari lendutan akibat beban hidup statis



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 kritis 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

Guna menjaga fokus dan kedalaman analisis, penelitian ini dibatasi pada ruang lingkup sebagai berikut:

- a. Objek penelitian dibatasi pada PCU Girder pada satu bentang, yaitu bentang Pier P124B–P125B dengan panjang 33,80 m pada proyek LRT Jakarta Phase 1B.
- b. Evaluasi struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 versi 22.
- c. Elemen yang dimodelkan adalah Girder, Tendon, dan Diafragma
- d. Pemodelan tendon dilakukan dengan cara "Modeling as Load" pada SAP2000.
- e. Pembebanan mengacu pada SNI 1725:2016 (beban jembatan), 343 1R-12 (Pedoman analisis jembatan beton prategang), PM 60 Tahun 2012 (Persyaratan Jalur Kereta Api) dan PM 175 Tahun 2015
- f. Evaluasi yang dilakukan hanya pada defleksi girder akibat kombinasi beban hidup
- g. Evaluasi hanya menggunakan pembebanan arah gravitasi, Beban Mati (DL), beban mati tambahan (SIDL), beban hidup statis (LL), dan Gaya Prategang
- h. Data material, geometri, dan parameter tendon seluruhnya mengacu pada dokumen teknis proyek yang diberikan oleh Konsultan Pengawas PT. OCG-OJD Joint Operation, PMC.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terbagi dalam lima bab, yaitu

BAB I PENDAHULUAN

Bab I berisi latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II berisi teori-teori yang akan digunakan sebagai acuan dalam penelitian. Teori-teori tersebut berkaitan dengan penelitian terdahulu, teori



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

beton dan baja tulangan prategang, jembatan, girder bertipe PCU, pembebanan jembatan kereta, serta kriteria evaluasi.

BAB III METODOLOGI

Bab III berisi uraian metode yang digunakan untuk mempersiapkan penelitian meliputi lokasi dan objek penelitian, teknik pengumpulan data, tahapan analisis struktur, diagram alur, perangkat lunak penelitian, dan rincian data struktur girder PCU.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang proses permodelan struktur pada perangkat lunak SAP2000, input pembebanan dan kombinasi beban, distribusi gaya dalam, serta analisis kontrol struktur yang mencakup tegangan, kekuatan lentur, geser, torsi, defleksi, hingga rekapitulasi keamanannya.

BAB V KESIMPULAN & SARAN

Pada bab ini akan membahas simpulan dari keseluruhan hasil analisis dan kontrol keamanan yang telah ditetapkan, serta memberikan saran-saran evaluasi dan pengembangan untuk penelitian selanjutnya.

**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

BAB V PENUTUP

5.1.Kesimpulan

1. Mencari camber akibat prategang

Dari hasil analisis struktur girder, nilai camber yang terjadi pada struktur yang dibebani beban mati, beban mati tambahan, dan gaya prategang dari konsultan menghasilkan camber sebesar - 0,13 cm.

2. Mencari lendutan akibat beban hidup statis

Lendutan akibat dari beban mati, beban mati tambahan, beban kereta statis, dan gaya prategang dari konsultan didapatkan sebesar -1,7 cm, hasil lendutan tidak memenuhi syarat kelayakan karena besarnya lendutan dari beban struktur melebihi sebesar 4,2 cm

5.2.Saran

Berhubung lendutan sebagai akibat beban mati, beban mati tambahan, dan beban hidup statis, menghasilkan lendutan sebesar -1,7 cm. Mengakibatkan struktur dinyatakan tidak layak, untuk itu disarankan untuk menaikkan gaya prategang sebesar 25,8%, sehingga nilai P_i nya menjadi 29.383,54 kN, maka didapatkan lendutannya menjadi + 0,32 cm, hal ini lendutan sudah memenuhi syarat,

Dari hasil evaluasi untuk tegangan kabel, didapatkan tegangan kabel sebesar 1693 Mpa, yang dimana lebih kecil dari 1860 Mpa (Tegangan Kabel masih dalam batas layak) maka, kenaikan dari gaya prategang masih dalam batas izin.



DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. (2012). AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (6th ed.). American Association of State Highway and Transportation Officials.
- ACI Committee 343. (2012). Guide for the Analysis and Design of Reinforced and Prestressed Concrete Guideway Structures (ACI 343.1R-12). American Concrete Institute.
- ASTM International. (2018). Standard Specification for Low-Relaxation, Seven-Wire Steel Strand for Prestressed Concrete (ASTM A416/A416M). ASTM International.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). SNI 2833:2016 Perencanaan Jembatan terhadap Beban Gempa. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. Badan Standardisasi Nasional.
- Chen, W. F., & Duan, L. (Eds.). (2000). Bridge Engineering Handbook. CRC Press.
- Kementerian Perhubungan RI. (2012). Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Nawy, E. G. (2001). Beton Prategang: Suatu Pendekatan Mendasar (B. Suryoatmono, Terj.; Ed. 3, Jilid 1 & 2). Erlangga. (Karya asli terbit 2000)
- Nofiyanto, I. (2024). Analisis Perbandingan Kapasitas Struktur Beton Prategang Penampang PCI Girder dengan PCU Girder (Studi Kasus Proyek Pembangunan KA Elevated Solo Balapan–Kadipiro Fase 1 STA.105+950 s/d STA.106+070).
- Putra, B. P., Muntafi, Y., & Suharyatmo. (2017). Studi Perbandingan Penggunaan PCU Girder dan PCI Girder pada Struktur Atas Jembatan Jurang Gempal, Wonogiri.

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