

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR BAWAH PILAR JEMBATAN OVERPASS LIMO (STUDI KASUS : PROYEK CIJAGO 3, DEPOK)

Wildan Vicky Greentino¹⁾, Mochammad Firmansyah Sofianto²⁾,

¹⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

Email: Wildan.19023@mhs.unesa.ac.id

²⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo

Surabaya, Indonesia

Email: -

Abstract

A When planning the structure of the overpass bridge pillars at Limo, one of the factors to consider is the structural strength against the loads applied. The design of the bridge pillars must be planned according to the load calculations based on the Indonesian National Standard (SNI 1725:2016) for bridge loading. This study aims to explore alternatives for pillar design, specifically by comparing single and double pillar types. The design also seeks to identify the most economical, efficient, and safe option, particularly in terms of structural stability control. From the design, the dimensions of the single pillar were determined to be 16 m x 2 m with a pillar height of 4 m, while the double pillar dimensions were found to be 9.9 m x 2 m with a height of 4 m. Structural stability control calculations were then performed on each pillar, with a safety factor of 1.5. The stability controls applied were overturning and sliding controls, both in the longitudinal and transverse directions of the bridge. The reinforcement results from this study are as follows: For the single pillar, the main reinforcement used was 400-D32, shear reinforcement 2D-19, and confinement D13-150 – 150. For the double pillar, the main reinforcement used was 246 D32, shear reinforcement 2D19-150, and confinement reinforcement D13-150 mm, arranged alternately. Additionally, the foundation and pile cap were planned, with 39 piles used for the single pillar and 33 piles for the double pillar. Stability checks were also performed on the foundation structure, including axial force control, lateral control, and deflection on the piles. Finally, the budget plan was calculated, resulting in a cost of IDR 3,683,100,000 for the single pillar and IDR 3,833,799,000 for the double pillar. Based on the stability and cost analysis, the single pillar was determined to be more efficient in terms of both structural stability and budget

Keywords: Bridge Substructure, Bridge Pillars, Bridge Overturning and Sliding Stability, Budget Plan (RAB)

Abstrak

Saat merencanakan struktur pilar jembatan overpass Limo, salah satu faktor yang perlu diperhatikan adalah kekuatan struktur bangunan akibat beban yang bekerja. Perencanaan struktur pilar jembatan ini harus direncanakan dengan perhitungan pembebanan pilar jembatan yang menggunakan SNI 1725:2016 tentang pembebanan jembatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui alternatif dari pilar dengan variasi tipe pilar yaitu pilar tunggal dan pilar ganda. Perencanaan ini juga dilakukan untuk mencari alternatif yang lebih ekonomis, efisien dan aman khususnya pada kontrol stabilitas strukturnya. Dari perencanaan ini didapatkan dimensi pilar tunggal sebesar 16 m x 2 m dengan tinggi pilar 4 m, sedangkan untuk pilar ganda didapatkan dimensi 9.9 m x 2 m dengan tinggi 4 m. Kemudian dilakukan perhitungan kontrol stabilitas struktur pada setiap pilar dengan safety factor sebesar 1.5 kontrol stabilitas pilar yang digunakan adalah kontrol guling dan kontrol geser baik dari arah memanjang jembatan dan melintang jembatan. Penulangan pada dari penelitian ini didapatkan hasil Tulangan utama menggunakan 400-D32, Geser 2D-19, dan Pengekan D13-150 – 150 pada pilar tunggal. Sedangkan pilar ganda ulangan utama 246 D32, tulangan geser menggunakan 2D19-150, dan untuk tulangan pengekan D13-150 mm yang dipasang selang-seling. Penelitian ini juga merencanakan pondasi dan pilecap yang direncanakan pada pilar tunggal menggunakan total 39 buah tiang pancang dan pilar ganda 33 buah tiang pancang. Dari perencanaan ini juga dilakukan kontrol pada struktur bawah pondasi yaitu kontrol gaya aksial, kontrol lateral, dan defleksi pada tiang. Kemudian setelah didapatkan data yang digunakan dalam perencanaan ini dilakukan perhitungan rancangan anggaran biaya yang didapatkan hasil Rp 3.683.100.000,00 untuk pilar tunggal dan pilar Ganda didapatkan hasil: Rp 3.833.799.000,00. Setelah itu dilakukan pemilihan alternatif yang digunakan berdasarkan stabilitas struktur dan rancangan anggaran biaya yang didapatkan hasil bahwa Pilar Tunggal lebih efisien dari segi stabilitas struktur dan rancangan anggaran biaya.

Kata Kunci: Struktur Bawah Jembatan, Pilar Jembatan, Stabilitas guling dan geser jembatan, RAB

PENDAHULUAN

Overpass merupakan penghubung jalan yang berada di atas tol, sehingga overpass dapat diartikan sebagai jembatan. Menurut Asiyanto (2019:2) jembatan adalah “bangunan yang menghubungkan secara fisik untuk keperluan pelayanan transportasi dari tempat ujung satu ke ujung lainnya, yang terhalang oleh kondisi alam atau bangunan lain”. Pemilihan jembatan ini ditinjau dikarenakan sesuai data eksisting jembatan direncanakan dengan ruas 3 jalur dan 2 ruas karena kepadatan kendaraan yang melintas di area tersebut, oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui alternatif dari pilar dengan variasi tipe pilar maka digunakan dua variasi pilar, yakni tipe pilar tunggal (tipe 1), tipe pilar ganda dengan pile cap diantara dua kolom (tipe 2).

Dari Tugas akhir ini terdapat permasalahan yang akan dibahas dalam laporan ini adalah sebagai berikut:

- (1) Berapa Dimensi Pilar tunggal dan Ganda serta stabilitas struktur bangunan bawah baik dari pilar, pilecap, maupun pondasi dari perencanaan pilar menggunakan dua variasi tipe pilar pada overpass Limo, Depok dengan menggunakan pilar Tunggal dan Ganda?
- (2) Berapa biaya konstruksi yang dibutuhkan pada perencanaan pilar untuk masing-masing variasi tipe pilar?
- (3) Bagaimana hubungan dimensi pilar bila ditinjau dari segi ekonomis dari setiap variasi tipe pilar?

Tujuan dari penulisan tugas akhir perancangan struktur bangunan bawah jembatan ini adalah dapat mengetahui dimensi pilar dan stabilitas struktur dari masing-masing tipe

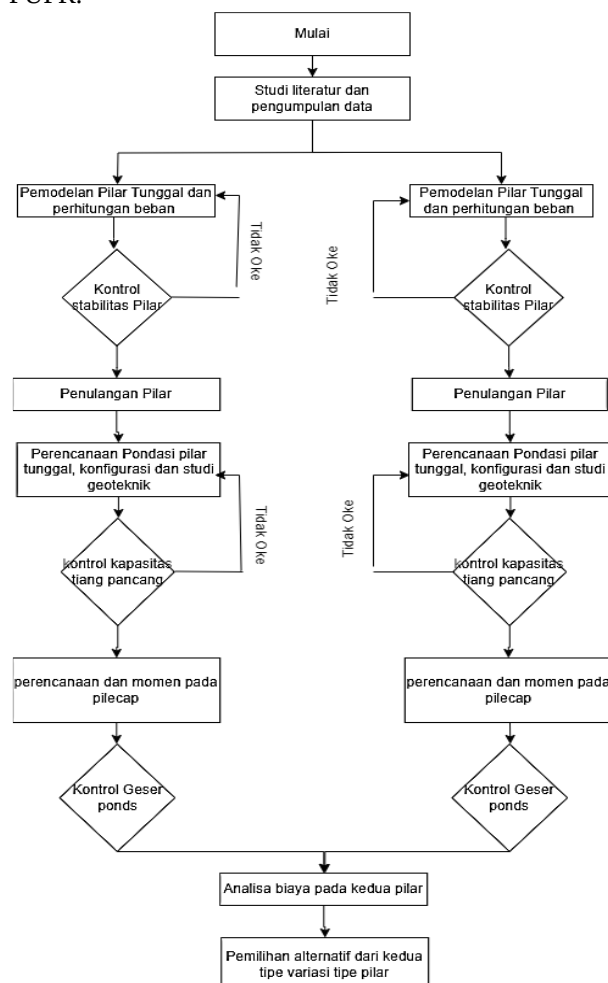
pilar pada overpass Limo, Depok, dapat mengetahui jumlah biaya konstruksi dari perencanaan pilar untuk masing-masing variasi tipe pilar pada overpass Limo, Depok serta dapat mengetahui hubungan dimensi pilar yang ditinjau dari segi ekonomis.

Agar permasalahan tidak meluas pembahasan maka dalam penulisan dalam skripsi ini perlu dibuat batasan masalah, antara lain sebagai berikut:

- (1) Data Eksisting tidak untuk perbandingan.
- (2) Tidak membahas perhitungan abutment atau kepala jembatan.
- (3) Perhitungan pembebanan selain beban gempa menggunakan SNI 1726-2016 – Pembebanan Untuk Jembatan, untuk beban gempa menggunakan SNI 2833-2016 – standar ketahanan gempa pada jembatan.
- (4) Kedalaman tiang pancang dan ukuran tiang pancang dari setiap pilar tunggal maupun ganda sama.
- (5) Rancangan anggaran biaya bagian K3 pada setiap pilar sama.
- (6) Pemilihan alternatif hanya dari analisa biaya dan kontrol kekuatan.
- (7) Tidak membahas mengenai metode pelaksanaan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini mengacu pada peraturan pemerintah yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) dan beberapa literatur tentang perencanaan pilar jembatan dari Peraturan PUPR.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

• Studi Literasi

Pada tahap studi literatur ini membahas tentang dasar-dasar teori yang didapat dari berbagai sumber untuk menunjang dan menjadi referensi dalam pengerjaan penelitian ini. Proses yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan dengan mendalam pada permasalahan agar tercapainya tujuan yang tepat. Teori-teori tersebut antara lain mengenai:

- a. SNI 1725:2016 – Pembebanan Untuk Jembatan
- b. SNI 2833:2016 – Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa.
- c. RSNI T-12-2004 – Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan
- d. Buku Bridge Design manual -2003
- e. Buku Perencanaan Teknik Jembatan I (Dit BinteK Bina Marga, 2010)
- f. SNI 2451:2008 – Spesifikasi Pilar dan Kepala Jembatan Beton Sederhana dengan Pondasi Tiang Pancang.

• Pengumpulan Data

Pengumpulan data memiliki tujuan sebagai sarana pokok untuk menemukan penyelesaian suatu masalah, adapun data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari data proyek Cijago 3.

Dalam pengumpulan data-data peranan intansi yang terkait diperlukan sebagai pendukung dalam memperoleh data-data. Berikut ini adalah data jembatan overpass Limo proyek Cijago 3, Depok:

Panjang Jembatan	= 60 m
Lebar Jembatan	= 27,5 m
Panjang @1 Girder	= 30 m
Tinggi Girder	= 1,7 m
Tebal Plat lantai	= 250 mm (25 cm)
Tebal Aspal	= 5 cm
Tinggi genangan air	= 3 cm
Tinggi bidang samping	= 3,1 m
Jarak Girder	= 2,3 m
Jumlah Girder	= 12 Buah
Tinggi pilar	= 4 m
Lebar	= 2 m

• Pemilihan Alternatif

Pemilihan alternatif berdasarkan analisa biaya dan analisa kekuatan dari masing-masing alternatif.

• Kesimpulan

Pada bab ini dibahas mengenai hasil dari analisa perhitungan pada bab sebelumnya. Dari kesimpulan tersebut diharapkan didapat gambaran secara garis besar dari perencanaan struktur bawah overpass dengan beberapa alternatif pilar. Saran yang diutarakan pada bab ini adalah mengenai kendala-kendala maupun hal yang sekiranya memberikan masukan bagi pembaca dalam hal menangani kasus perencanaan yang sejenis

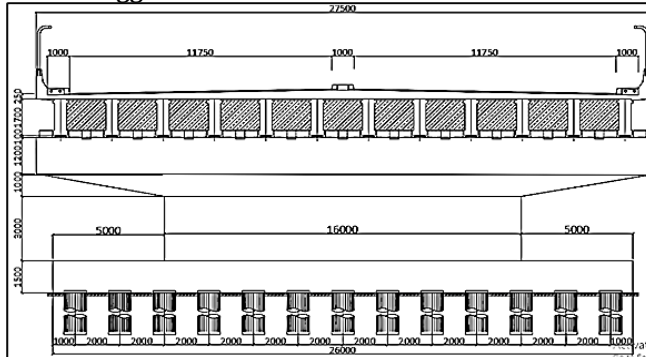
HASIL DAN PEMBAHASAN

• Pemodelan Desain

Berdasarkan luas penampang pilar, dimensi lebar (b) dan tinggi (h) pilar dapat ditentukan sesuai dengan rasio yang

sesuai dengan desain dan kode bangunan yang berlaku berdasarkan sesuai SNI-2845:2008 Tentang Perencanaan Pilar dan kepala jembatan beton sederhana dengan pondasi tiang pancang

Pilar Tunggal

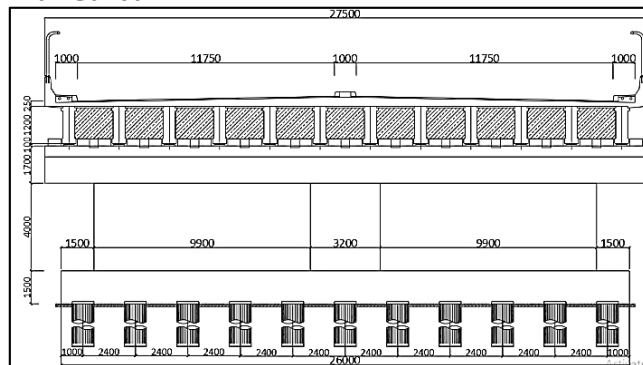


Gambar 2. Pemodelan pilar Tunggal
Sumber: Hasil Pengolahan Penulis (2024)

Pilar diatas merupakan pemodelan pilar tunggal dengan data sebagai berikut:

Kolom Pilar	: 16 m x 2m
Tinggi kolom Pilar	: 4 m
Pier Head	: 2.5 m x 3 m
Panjang pier head	: 27,5 m
Ukuran Pile cap	: 1,5 m x 5.1 m
Panjang Pile cap	: 28,2 m
Jumlah Tiang pancang	: 39 buah
Diameter tiang pancang	: 1 m
Jarak antar tiang pancang	: 2 m
Kedalaman tiang pancang	: 13 m
Mutu Pier dan pier head	: f'c 30 Mpa

Pilar Ganda



Gambar 3. Pemodelan Pilar Ganda
Sumber: Hasil Pengolahan Penulis (2024)

Pilar diatas merupakan pemodelan tipe pilar ganda dengan pile cap terpisah dengan data sebagai berikut:

Kolom Pilar	: 9.9 m x 2 m
Tinggi kolom Pilar	: 4 m
Jarak antar pilar	: 3.2 m
Pier Head	: 2.5 m x 3 m
Panjang pier head	: 27,5 m
Ukuran Pile cap	: 5.1 m x 1,5 m
Panjang Pile cap	: 26 m

Jarak Pile cap	: 1,8 m
Jumlah tiang pancang	: 33 buah
Diameter tiang pancang	: 1 m
Jarak antar tiang	: 2.4 m
Kedalaman tiang	: 13 m
Mutu Pier dan pier head	: f'c 30 Mpa

• Pembebanan Struktur

Berdasarkan SNI 1725:2016 digunakan analisa pembebanan sebagai berikut:

- (1) Beban Mati sendiri struktur atas (MS)
- (2) Beban mati tambahan struktur atas (MA)
- (3) Beban mati sendiri struktur bawah (DC)
- (4) Beban Lalu Lintas (TD) dan Truk (TT)
- (5) Beban Pejalan kaki (PL)
- (6) Beban rem kendaraan (BR)
- (7) Beban gesekan akibat perletakan (FR)
- (8) Beban angin pada struktur dan akibat kendaraan (EW) dan (EWL)
- (9) Beban Gempa (EQ)

• Kombinasi Pembebanan

Kombinasi yang digunakan dalam perencanaan ini sesuai SNI 1725:2016 sebagai berikut:

Tabel 1. Faktor kombinasi pembebanan yang digunakan

kom	FAKTOR BEBAN								
	MS	MA	TD	TP	BR	EW	EWL	FR	EQ
Str I	1.25	1.5	1.8	1.8	1.8	-	-	1	-
Str III	1.25	1.5	-	-	-	1.4	-	1	-
Str V	1.25	1.5	-	-	-	0.4	1	1	-
Serv I	1	1	1	1	1	0.3	0.4	1	-
Ext	1.25	1.5	1	1	1	-	-	1	1

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

• Rekapitulasi Pembebanan

Tabel dibawah ini hasil rekapitulasi dari setiap kombinasi yang terjadi dengan dikalikan dengan faktor pembebanan sesuai SNI 1726-2016 tentang pembebanan pilar yang nantinya akan digunakan dalam perencanaan pilar. Tabel di bawah ini merupakan rekapitulasi beban pada setiap kombinasi yang bekerja yang nantinya digunakan untuk perencanaan pilar tunggal dan ganda.

Tabel 2. Rekapitulasi beban untuk perencanaan pilar tunggal

Kode	ΣGaya Vertikal	ΣGaya Horizontal		ΣMomen	
	ΣP (kN)	ΣHx (kN)	ΣHy (kN)	ΣMx (kN.m)	ΣMy (kN.m)
Str I	37899.739	1805.29	0.000	42950.58	5883.949
Str III	22436.449	1446.74	387.919	22615.20	3415.285
Str V	31052.194	1605.06	110.834	29884.40	4066.734
Se I	27438.102	1715.42	277.085	29725.94	4949.368
Ex	31007.143	7966.71	6435.21	77102.25	48814.676

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Tabel 3. Rekapitulasi beban untuk perencanaan pilar ganda

Kode	ΣGaya Vertikal	ΣGaya Horizontal		ΣMomen	
	ΣP (kN)	ΣHx (kN)	ΣHy (kN)	ΣMx (kN.m)	ΣMy (kN.m)
Str I	37899.739	1805.292	0.000	31796.358	0.000

Kode	Σ Gaya Vertikal	Σ Gaya Horizontal		Σ Momen	
	ΣP (kN)	ΣH_x (kN)	ΣH_y (kN)	ΣM_x (kN.m)	ΣM_y (kN.m)
Str III	22436.449	1457.378	428.351	20272.028	3158.625
Str V	31052.194	1608.103	122.386	29822.903	4042.153
Se I	27438.102	1723.018	305.965	30539.513	4959.444
Ex	31007.143	5208.760	3677.267	55086.035	29171.498

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

• Kontrol stabilitas pada pilar

Kontrol stabilitas struktur yang digunakan dalam perencanaan pilar ini yaitu perhitungan kontrol guling dan geser baik dari arah memanjang maupun melintang pada jembatan. Perhitungan kontrol stabilitas guling melintang dan memanjang jembatan dilihat pada tabel di bawah ini. Sedangkan kontrol stabilitas geser bisa dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Kontrol Guling melintang jembatan pada pilar tunggal dan ganda

Kombinasi	Pilar tunggal	Pilar Ganda
	SF	SF
Strength I	2.79	2.856
Strength III	3.08	3.129
Strength V	2.69	2.937
Service I	2.69	3.880
Extreme Event	1.68	1.689

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Tabel 5. Kontrol guling melintang jembatan pada pilar tunggal dan ganda

Kombinasi	Pilar tunggal	Pilar Ganda
	SF	SF
Strength I	80.5	91.94
Strength III	88.6	101.97
Strength V	84.6	103.69
Service I	84.6	103.69
Extreme Event	8.4	10.81

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Tabel 6. Kontrol geser arah memanjang jembatan pada pilar tunggal dan ganda

Kombinasi	Pilar tunggal	Pilar Ganda
	SF	SF
Strength I	8.90	8.90
Strength III	7.69	7.63
Strength V	10.03	10.01
Service I	9.38	9.34
Extreme Event	2.02	3.09

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

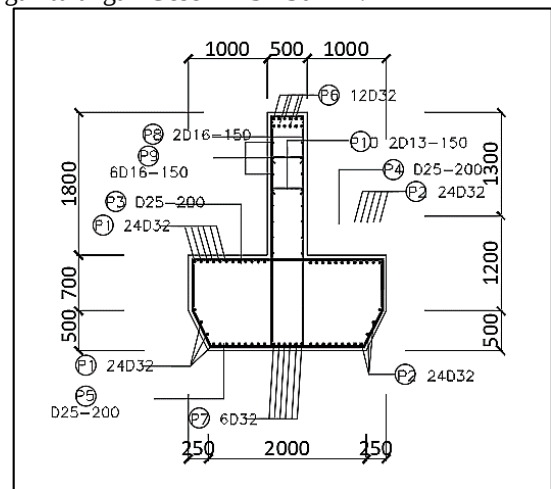
Tabel 7. Kontrol geser arah melintang jembatan pada pilar tunggal dan ganda

Kombinasi	Pilar tunggal	Pilar Ganda
	SF	SF
Strength I	-	-
Strength III	28.680	25.97
Strength V	145.235	131.53
Service I	58.094	52.61
Extreme	2.497	4.37

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

• Perencanaan penulangan pierhead

Penulangan yang digunakan dalam perencanaan penulangan pierhead menggunakan tulangan utama: 24D32, sedangkan geser menggunakan D19-200 mm. Untuk bagian backwall menggunakan tulangan utama D16-150 mm dengan tulangan Geser D13-150 mm.

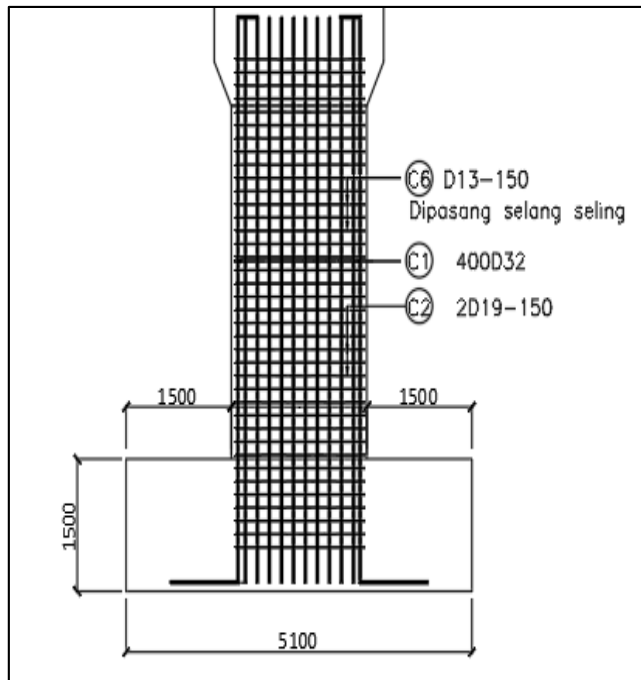


Gambar 4. Penulangan pierhead

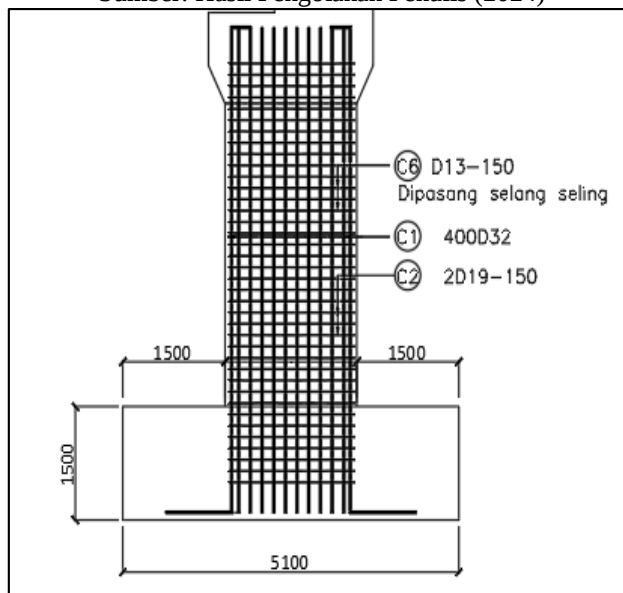
Sumber: Hasil Pengolahan Penulis (2024)

• Perencanaan Penulangan pilar

Tulangan utama menggunakan 400-D32, Geser 2D-19, dan Pengekang D13-150 – 150 pada pilar tunggal. Sedangkan pilar ganda ulangan utama 246 D32, tulangan geser menggunakan 2D19-150, dan untuk tulangan pengekang D13-150 mm yang dipasang selang-seling.



Gambar 5. Penulangan pada Pilar Tunggal
Sumber: Hasil Pengolahan Penulis (2024)



Gambar 6. Penulangan pada pilar Ganda
Sumber: Hasil Pengolahan Penulis (2024)

• Perencanaan Pondasi jembatan

Dalam perencanaan pondasi untuk suatu konstruksi dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi. Pemilihan tipe pondasi didasarkan atas beberapa hal, antara lain:

- Jenis tanah, tebal lapisan pendukung dan kedalaman
- tanah keras
- Muka air tanah
- Sifat aliran sungai, sifat gerusan dan sedimentasi
- Gaya dari konstruksi jembatan
- Kapasitas daya dukung tanah dan stabilitas tanah yang mendukung pondasi
- Metoda pelaksanaan.

• Daya dukung tanah

Daya dukung tanah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berdasarkan (1) kekuatan tanah, (2) Hasil sondir, dan (3) daya dukung SPT yang kemudian dicari nilai daya dukung tanah yang terkecil karena mengacu pada kestabilan struktur pada setiap kondisi lapangan. Daya dukung tanah diambil sebesar 1760.26 kN.

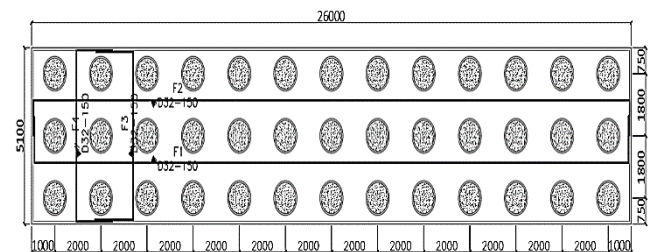
Tabel 8 Hasil Perhitungan daya dukung tanah

No	Uraian Daya dukung aksial pilecap pilar	Qall (kN)
1	Daya dukung ijin berdasarkan kekuatan bahan	1760.26
2	Daya dukung tiang bor berdasarkan kekuatan tanah (Terzaghi)	6280
3	Pengujian SPT (meyerhoff)	6860.9
Diambil Daya dukung aksial ijin tanah		= 1760.26

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

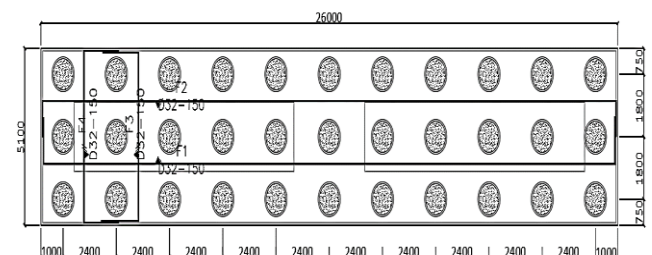
• Effisiensi tiang pancang

Effisiensi satu tiang pancang merujuk pada kemampuan tiang pancang untuk mendukung beban yang diberikan dengan sebaik-baiknya. Dari penelitian ini Pilar tunggal direncanakan dengan total tiang pancang 39 buah dengan hasil efisiensi 2120.548 kN dan pilar ganda direncanakan dengan 33 buah tiang pancang dengan efisiensi didapatkan 2101.893 kN.



Gambar 7. Perencanaan Pondasi pilar tunggal dengan total 39 tiang

Sumber: Hasil Pengolahan Penulis (2024)



Gambar 8. Perencanaan pondasi pilar ganda dengan total 33 tiang

Sumber: Hasil Pengolahan Penulis (2024)

• Gaya aksial x dan y

Gaya aksial dilakukan untuk memastikan bahwa tiang pancang mampu menahan beban vertikal dengan efektif. Hasil dari kontrol gaya aksial dari X dan Y bisa dilihat dari tabel di bawah ini.

Tabel 9 Gaya aksial arah X pada pilar tunggal dan ganda

Kom	Pondasi pilar tunggal	Pondasi Pilar Ganda	P ijin
	Pmaks (kN)	Pmaks (kN)	
Str I	1502.33	1386.40	1760.27

StrIII	807.16	911.76	2200.34
Str V	1291.42	1537.18	2464.38
Serv I	1001.69	1129.48	2464.38
Ext	2457.73	2448.66	2640.40

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Tabel 10 Gaya aksial arah Y pada pilar tunggal dan ganda

Kom	Pondasi pilar tunggal	Pondasi Pilar Ganda	P ijin
	Pmaks (kN)	Pmaks (kN)	
Str I	1106.74	1384.43	1760.270
Str III	588.61	695.19	2200.337
Str V	935.13	1181.49	2464.378
Serv	705.70	833.92	2464.378
Ext I	2365.34	2494.91	2640.405

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Perhitungan gaya lateral

Kontrol gaya lateral pada pondasi adalah upaya untuk mengendalikan atau mengurangi pengaruh gaya lateral (gaya yang bekerja secara horizontal) pada pondasi suatu struktur. Hasil dari kontrol gaya lateral pada tabel berikut ini:

Tabel 11 Kontrol gaya lateral pada pilar tunggal

kom	Pondasi pilar tunggal	P ijin
	Hmaks (kN)	
Str I	46.290	482.607
Str III	37.096	603.258
Str V	41.155	675.649
Serv	40.684	675.649
Ext I	369.280	723.910

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Tabel 12 Kontrol gaya lateral pada pilar ganda

Kombinasi	Pondasi pilar ganda	P ijin
	Hmaks (kN)	
Str I	54.706	570.353
Str III	44.163	712.941
Str V	48.730	798.494
Serv I	48.150	798.494
Extr	436.422	855.530

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

• Perhitungan defleksi tiang

Kontrol defleksi pada tiang pancang adalah upaya untuk mengurangi atau mengendalikan defleksi (perpindahan lateral atau lentur) yang terjadi pada tiang pancang akibat beban lateral atau vertikal yang bekerja. Perhitungan kontrol defleksi tiang didapatkan pada pilar tunggal $0.0092 < 2.54\text{cm}$ dan Kontrol defleksi pada pilar ganda $0.010 < 2.54\text{cm}$. Dari hasil diatas diperoleh bahwa kontrol defleksi yang terjadi dari kedua pondasi aman,

• Perencanaan pilecap jembatan

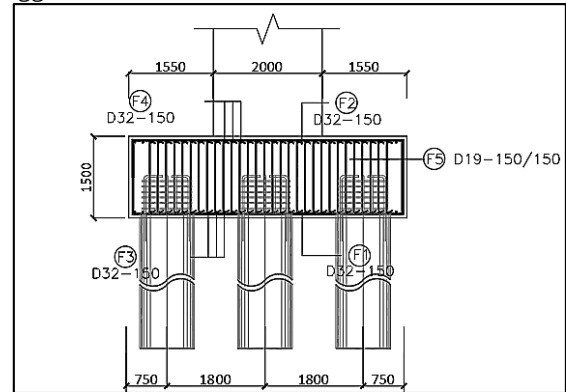
Pilecap berfungsi untuk mendistribusikan beban dari gelagar atau balok penumpu jembatan ke beberapa batang pancang yang mendukung struktur tersebut.

• Perhitungan tulangan lentur

Pada Tugas akhir ini didapatkan perencanaan tulangan lentur pilecap menggunakan pilar tunggal menggunakan D32-150 dan pilar ganda menggunakan D32-150.

• Perhitungan tulangan geser

Dari tugas akhir penulangan geser ini direncanakan pilar tunggal menggunakan D19-150 dan pilar ganda menggunakan D19-150.



Gambar 9. Penulangan Pilecap

Sumber: Hasil Pengolahan Penulis (2024)

• Kontrol geser ponds

Kontrol geser ponds dilakukan untuk mengendalikan gaya geser yang terjadi akibat beban lateral atau gaya geser yang bekerja pada pondasi. Kontrol geser ponds dalam tugas akhir ini didapatkan hasil Pilar tunggal $7413.667 > 2457.73\text{ kN}$ dan Pilar Ganda $7413.667 > 2488.66\text{ kN}$.

• Rancangan Anggaran Biaya

Rincian analisa harga satuan pekerjaan dari masing-masing alternatif perencanaan bangunan bawah overpass Limo disajikan dalam tabel berikut dengan Analisa yang dipakai sesuai analisa harga satuan pekerjaan Permen PUPR no.1 tahun 2022

Di bawah ini merupakan rekapitulasi rancangan anggaran biaya pada struktur bawah baik dari pilar tunggal dan ganda

Tabel 13 Rekapitulasi RAB pada pilar Tunggal

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
I	Pekerjaan Persiapan	Rp 45,322,516.60
II	Pekerjaan Tanah	Rp 330,993,731.64
III	Pekerjaan Struktur Bangunan Bawah	Rp 2,936,948,795.21
IV	Pekerjaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (k3)	Rp 34,158,166.00
V	Pekerjaan Lain-lain	Rp 850,000.00
	Jumlah total	Rp 3,348,273,209.44
	PPN 10%	Rp 334,827,320.94
	Total +PPN	Rp 3,683,100,530.39
	Jumlah Akhir (dibulatkan)	Rp 3,683,100,000.00

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Tabel 14 Rekapitulasi RAB pilar Ganda

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
I	Pekerjaan Persiapan	Rp 45,322,516.60
II	Pekerjaan Tanah	Rp 283,315,380.24
III	Pekerjaan Struktur Bangunan Bawah	Rp 3,121,625,829.36
IV	Pekerjaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (k3)	Rp 34,158,166.00
V	Pekerjaan Lain-lain	Rp 850,000.00
	Jumlah total	Rp 3,485,271,892.19
	PPN 10%	Rp 348,527,189.22
	Total +PPN	Rp 3,833,799,081.41
	Jumlah Akhir (dibulatkan)	Rp 3,833,799,000.00

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

PENUTUP

• Simpulan

Dimensi dan Stabilitas Struktur

Dimensi pada pilar tunggal didapatkan hasil pemodelan pilar tunggal dengan ukuran 16 x 2 m dengan tinggi 4 m, pierhead dengan ukuran 2,5 m x 3 m dengan panjang 27,5, pilecap dengan ukuran 26 m x 5.1 m dengan tebal 1.5 m dengan perencanaan tiang pancang D100 dengan jumlah tiang pancang 33 dengan kedalaman 13 m. Sedangkan pemodelan pilar ganda didapatkan pilar ganda 9.9 m x 2 m dengan tinggi 4 m, dengan pierhead dengan ukuran 2,5 x 3 m dengan panjang 27,5 m dengan pilecap 26 m x 5,1 m dengan tebal 1,5 m dengan perencanaan D100 dengan jumlah 33 buah dengan kedalaman 13 m.

Kontrol stabilitas guling memanjang pada pilar tunggal didapatkan SF 1.68 sedangkan pada pilar ganda didapatkan SF 1.689. Pada kontrol stabilitas guling melintang pada pilar tunggal didapatkan SF 8.4 dan pilar ganda didapatkan 10.81 pada kondisi extreme. Pada kontrol gaya leteral pada pilar tunggal didapatkan H maks 369.280 kN dan 436, 422 kN pada pilar ganda. Pada kontrol defleksi didapatkan hasil pada tiang pilar tunggal yaitu 0.009 cm dan 0.01 cm pada pilar ganda.

Dari rancangan anggaran biaya struktur bawah pilar tunggal didapatkan hasil: Rp 3.683.100.000,00 dan rancangan anggaran biaya struktur bawah pilar Ganda didapatkan hasil: Rp 3.833.799.000,00. Sehingga dari pertimbangan tersebut berdasarkan stabilitas struktur bawah dan rancangan anggaran biaya, maka dipilih alternatif menggunakan **alternatif pilar tunggal**.

• Saran

- (1) Pemilihan alternatif juga mempertimbangkan dari segi kekuatan struktur dan segi biaya.
- (2) Pemilihan ukuran sangat berpengaruh pada segi biaya karena memerlukan sumber daya yang lebih banyak.
- (3) Semakin besar dimensi yang diperlukan akan memperkuat struktur, namun akan memperbanyak pengeluaran terutama dalam pekerjaan beton bertulang K-300.
- (4) Untuk peneliti yang menjadikan tugas akhir ini sebagai referensi diharapkan untuk mempertimbangkan dimensi yang lebih efisien sehingga didapatkan kekuatan dan Anggaran baiaya yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, F. K., Kussanty, E., Purwanto, D., & Purwanto, P. (2018). *Perencanaan Jembatan Sungai Sikatak Undip. Jurnal Karya Teknik Sipil*, 7(4), 196-210.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *RSNI T-12-2004 – Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 2451: 2008 Spesifikasi Pilar Dan Kepala Jembatan Beton Sederhana*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 2833:2008 – Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 1725:2016 – Pembebanan Untuk Jembatan*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 2833:2016 – standar perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 – Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung*. Jakarta: BSN.
- Chalouhi, E. K., Pacoste, C., & Karoumi, R. (2020). Topological and size optimization of RC beam bridges: an automated design approach for cost effective and environmental friendly solutions. *Nordic Concrete Research*, 61(2), 53-78.
- Hadizadeh-Bazaz, M., Navarro, I. J., & Yepes, V. (2023). Durability assessment and re-design of coastal concrete bridge through a non-destructive damage detection method. In *27th International Congress on Project Management and Engineering, AEIPRO* (pp. 10-13).
- Prasetya, M. R. (2021). PERENCANAAN ULANG STRUKTUR JEMBATAN OVERPASS BANDARA SOEKARNO-HATTA KOTA TANGERANG. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 2(1), 63-69.
- PUPR (2021). *Buku Panduan Teknis Jembatan I*. Jakarta.
- PUPR (2022). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2022*
- Rizqi, M. F., Sholeh, M., & Wahiddin, W. (2022). DESAIN ULANG STRUKTUR BAWAH JEMBATAN KARANGGONGSO I STA 6+ 365 PADA PROYEK JLS LOT 6. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 3(4), 320-326
- Yang, Q. J., & Dane, J. J. (2021, November). Geotechnical Challenges in Design and Construction of Bridge Foundations and Approaches in Hilly Granite Formation. In *Australian Geomechanics Society Sydney Annual Symposium* (pp. 185-210). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Zulkifli, Z. S., & Lubis, S. (2022). Pendayagunaan Kawasan Bantaran Rel Kereta Api Dan Jembatan Layang Untuk Sarana Publik Kota Medan: Pendayagunaan Kawasan Bantaran Rel Kereta Api Dan Jembatan



Layang Untuk Sarana Publik Kota Medan. *Jurnal
Koridor*, 13(02), 28-35.