

**PERANCANGAN STRUKTUR BAWAH PADA
FLY OVER SIMPANG BANDARA-TANJUNG API-API**

Laporan Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh:

YOANES MARIO ADIANTO

NPM : 14 02 15692/ TS



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2018**

PERNYATAAN

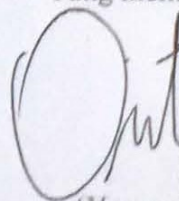
Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

PERANCANGAN STRUKTUR BAWAH PADA *FLY OVER* SIMPANG BANDARA-TANJUNG API-API

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 23 September 2018

Yang membuat pernyataan


(Yoanes Mario Adianto)

METERAI
TEMPEL
DAN STAFF 340165563
6000
ENAM RIBU RUPIAH



PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN STRUKTUR BAWAH PADA
FLY OVER SIMPANG BANDARA-TANJUNG API-API**

Oleh :

YOANES MARIO ADIANTO

NPM : 14 02 15692

Telah disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta, 22-10-2018

Pembimbing

(FX. Pranoto Dirhan Putra, ST.,MURP.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Ir. AY. Harijanto Setiawan, M. Eng., Ph.D.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN STRUKTUR BAWAH PADA
FLY OVER SIMPANG BANDARA-TANJUNG API-API**



Oleh :

YOANES MARIO ADIANTO

NPM : 14 02 15692

Telah diuji dan disetujui oleh

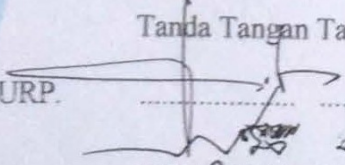
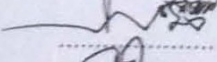
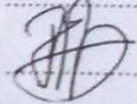
Nama

Ketua : FX. Pranoto Dirhan Putra, ST.,MURP.

Sekretaris : Ir. Y. Lulie, MT.

Anggota : Ir. P. Eliza Purnamasari, M.Eng.

Tanda Tangan Tanggal

 22-10-2018

 20-10-2018

KATA HANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “PERANCANGAN STRUKTUR BAWAH PADA *FLY OVER* SIMPANG BANDARA-TANJUNG API-API” dapat diselesaikan dengan baik. Laporan ini merupakan persyaratan dalam mencapai pendidikan Program Strata-1 (S-1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

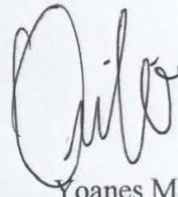
Fly over atau jembatan layang ini mempunyai struktur atas *precast concrete u (PCU) girder* dengan total panjang 450 meter dan lebar 17,7 meter dengan panjang utama yang dirancang adalah 52 meter. Perancangan struktur bawah jembatan layang ini memiliki tinggi pilar 6,5 meter dan luasan penampang 2,5 x 3 meter.

Pada perancangan ini dimulai pada Bab I yang menjelaskan latar belakang jembatan layang pada simpang bandara-tanjung api-api dengan disertakan rumusan dan batasan-batasan masalah. Kemudian pada Bab II dijelaskan mengenai tinjauan pustakan mengenai definisi jembatan, bagian konstruksi jembatan layang, komponen struktur bawah jembatan layang.

Pada Bab III merupakan ladsan teori yang membahas teori-teori dasar dalam perancangan struktur bawah. Teori yang digunakan mendasarkan pada Standart Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku. Lalu pada Bab IV membahas tentang metedologi dalam perancangan struktur bawah *fly over* yang dilengkapi dengan diagram perencanaan sturktur bawah.

Pada Bab V dilakukan perhitungan yang diawali dengan perhitungan beban secara manual, kemudian dilanjutkan dengan memeriksa stabilitas pilar terhadap guling dan geser. Jika sudah aman, dilanjutkan dengan perhitungan penulangan pilar dan perancangan pondasi jembatan layang. Bagian terakhir adalah Bab VI yang membahas tentang kesimpulan dari perancangan struktur bawah yang berisikan tentang hasil dari perancangan dan saran yang diberikan kepada pembaca.

Yogyakarta, 23 September 2018



Yoanes Mario Adianto

NPM :14 02 15692

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xv
INTISARI.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Tujuan Tugas Akhir	3
1.6 Manfaat Tugas Akhir	4
1.7 Keaslian Tugas Akhir	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Bagian-Bagian Konstruksi Jembatan Layang	6
2.3 Komponen Struktur Bawah Jembatan Layang	6
2.4 Sistem Pembebanan	8
2.5 Tahapan Perencanaan.....	11
BAB III LANDASAN TEORI.....	12
3.1 Tinjauan Umum	12
3.2 Perencanaan Pilar Jembatan.....	12

3.2.1 Perhitungan Kepala Pilar	12
3.2.2 Perhitungan Pilar.....	14
3.3 Perencanaan Fondasi.....	12
3.2.1 Fondasi Tiang.....	12
3.2.2 <i>Pile Cap</i>	12
BAB IV METODOLOGI PERANCANGAN	18
4.1 Pengumpulan Data	18
4.2 Metode Pengolahan Data	18
4.3 Tahap Perancangan	19
BAB V PERHITUNGAN ABUTMENT DAN FONDASI.....	21
5.1 Data-data Jembatan Layang.....	21
5.2 Pembebanan pada struktur bawah.....	23
5.2.1 Beban Sendiri atau Beban Mati (MS).....	24
5.2.2 Beban Mati Tambahan (MA).....	27
5.2.3 Beban Lajur "D" (TD).....	28
5.2.4 Beban Pedestrian (TP)	29
5.2.5 Gaya Rem (TB).....	30
5.2.6 Beban Angin (EW)	31
5.2.7 Beban Gempa (EQ).....	33
5.2.8 Beban Akibat Gesekan Perletakan (FB)	37
5.2.9 Beban Akibat Gaya Perbedaan Suhu (ET).....	38
5.2.10 Kombinasi Pembebanan.....	39
5.3 Stabilitas Guling dan Geser	44
5.3.1 Kontrol Stabilitas Guling Arah X	44
5.3.2 Kontrol Stabilitas Guling Arah Y	45
5.3.3 Kontrol Stabilitas Geser Arah X	46
5.3.4 Kontrol Stabilitas Geser Arah Y	47
5.3.4 Analisis Beban Ultimit.....	48

5.4	Penulangan Struktur Bawah.....	59
5.4.1	Kepala Pilar.....	59
5.4.2	Pilar	65
5.5	Perancangan Fondasi	72
5.5.1	Daya Dukung Aksial Ijin Tiang Bor.....	72
5.5.2	Daya Dukung Lateral Ijin Tiang Bor.....	73
5.5.3	Momen Pada Tiang Bor Akibat Gaya Lateral	75
5.5.4	Gaya yang diterima tiang bor.....	76
5.5.5	Tinjauan terhadap kombinasi beban arah X.....	77
5.5.6	Tinjauan terhadap kombinasi beban arah Y.....	78
5.5.7	Gaya lateral pada tiang bor	78
5.5.8	Kontrol daya dukung ijin tiang bor	79
5.5.9	Pembesian bored pile	81
5.5.10	Pembesian pile cap.....	84
5.5.11	Kontrol terhadap geser pons	88
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		90
6.1	Kesimpulan	90
6.2	Saran	92
DAFTAR PUSTAKA		93
LAMPIRAN.....		94

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1	Data Struktur Atas.....	21
Tabel 5.2	Perhitungan Berat Kepala Pilar.....	25
Tabel 5.3	Perhitungan Berat Pilar	26
Tabel 5.4	Rekap Berat Sendiri Struktur bawah.....	27
Tabel 5.5	Beban Mati Tambahan.....	28
Tabel 5.6	Perhitungan Beban Gempa Arah Memanjang.....	36
Tabel 5.7	Rekap Beban Kerja.....	39
Tabel 5.8	Rekap Beban Kerja Kombinasi 1	40
Tabel 5.9	Rekap Beban Kerja Kombinasi 2	40
Tabel 5.10	Rekap Beban Kerja Kombinasi 3.....	41
Tabel 5.11	Rekap Beban Kerja Kombinasi 4.....	42
Tabel 5.12	Rekap Beban Kerja Kombinasi 5.....	43
Tabel 5.13	Rekap Kombinasi Beban Kerja Keseluruhan.....	43
Tabel 5.14	Stabilitas Guling Arah X	45
Tabel 5.15	Stabilitas Guling Arah Y	46
Tabel 5.16	Stabilitas Geser Arah X.....	47
Tabel 5.17	Stabilitas Geser Arah Y	48
Tabel 5.18	Rekap Beban Pile Cap.....	48
Tabel 5.19	Beban Ultimit Pile Cap	49
Tabel 5.20	Beban Ultimit Pile Cap 1	50
Tabel 5.21	Beban Ultimit Pile Cap 2	50
Tabel 5.22	Beban Ultimit Pile Cap 3	51
Tabel 5.23	Beban Ultimit Pile Cap 4	52
Tabel 5.24	Beban Ultimit Pile Cap 5	53
Tabel 5.25	Rekap Kombinasi Beban Ultimit Pile Cap.....	53
Tabel 5.26	Rekap Beban pilar	54
Tabel 5.27	Beban Ultimit Pilar 1.....	55

Tabel 5.28 Beban Ultimit Pilar 2.....	56
Tabel 5.29 Beban Ultimit Pilar 3.....	56
Tabel 5.30 Beban Ultimit Pilar 4.....	57
Tabel 5.31 Beban Ultimit Pilar 5.....	58
Tabel 5.32 Rekap Kombinasi Beban Ultimit Pilar.....	59
Tabel 5.33 Beban Ultimit Kepala Pilar Bagian Atas.....	60
Tabel 5.34 Beban Ultimit Kepala Pilar Bagian Bawah.....	63
Tabel 5.35 Kontrol P-delta untuk Kombinasi Beban Ultimit.....	66
Tabel 5.36 Nilai α dan β berdasarkan kombinasi beban	67
Tabel 5.37 Tekanan Tanah Pasif Efektif pada Bored Pile	74
Tabel 5.38 Gaya dan Momen pada Bored Pile.....	75
Tabel 5.39 Statis Momen Kelompok Bored Pile.....	77
Tabel 5.40 Gaya Aksial pada Bored Pile Akibat Beban Arah X	77
Tabel 5.41 Gaya Aksial pada Bored Pile Akibat Beban Arah Y	78
Tabel 5.42 Gaya Lateral pada Bored Pile.....	79
Tabel 5.43 Cek Keamanan Bored Pile terhadap Gaya Aksial Arah X.....	79
Tabel 5.44 Cek Keamanan Bored Pile terhadap Gaya Aksial Arah Y	80
Tabel 5.45 Cek Keamanan Bored Pile terhadap Gaya Lateral.....	80
Tabel 5.46 Gaya Aksial Ultimit yang Diterima Satu Tiang Bor	84
Tabel 5.47 Momen dan gaya geser pada pile cap akibat reaksi tiang	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Simpang Bandara Palembang.....	1
Gambar 2.1	Sketsa Stuktur Bawah Jalan Layang.....	8
Gambar 3.1	Nilai Faktor Panjang Efektif Kolom.....	15
Gambar 4.1	Diagram Alir Proses Perancangan.....	20
Gambar 5.1	Tampak Depan dan Samping Struktur Jembatan Layang	21
Gambar 5.2	Dimensi Struktur Bawah	22
Gambar 5.3	Pembebanan Struktur Atas	24
Gambar 5.4	Sketsa Beban Berat Struktur bawah	25
Gambar 5.5	Sketsa Kepala Pilar.....	25
Gambar 5.6	Sketsa Pilar	26
Gambar 5.7	Sketsa <i>Pile Cap</i>	26
Gambar 5.8	Beban Jalur "D"	28
Gambar 5.9	Sketsa Beban Angin	31
Gambar 5.10	Sketsa Beban Angin pada Kendaraan.....	33
Gambar 5.11	Grafik Respon Spektrum Gempa Wilayah Zona 4.....	35
Gambar 5.12	Beban dan Momen untuk Stabilitas Guling Arah X.....	44
Gambar 5.13	Beban dan Momen untuk Stabilitas Guling Arah Y.....	45
Gambar 5.14	Kepala Pilar Bagian Atas.....	60
Gambar 5.15	Kepala Pilar Bagian Bawah.....	62
Gambar 5.16	Detail Tulangan Struktur Kepala Pilar	65
Gambar 5.17	Diagram Interaksi Kolom Segi Empat	68
Gambar 5.18	Detail Tulangan Struktur Pilar.....	71
Gambar 5.19	Diagram Tekanan Tanah pada fondasi	74
Gambar 5.20	Sketsa Susunan Bored pile	77
Gambar 5.21	Diagram Interaksi Kolom Lingkaran.....	81
Gambar 5.22	Detail Tulangan Struktur Bored pile	83

Gambar 5.23	Detail Tulangan Pile Cap.....	88
Gambar 5.24	Tinjauan Geser Pons.....	89
Gambar 6.1	Dimensi Struktur Bawah	91



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Hasil Pengujian Tanah (SPT)	94
Lampiran B Gambar Rencana Struktur Bawah.....	95



ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

A	= luas penampang (mm^2)
A_s	= luas baja tulangan (mm^2)
b	= lebar dari objek (m)
B_x	= lebar pile cap arah X (m)
B_y	= lebar pile cap arah Y (m)
b_L	= lebar jalur lalu lintas (m)
b_m	= lebar median (m)
b_t	= lebar trotoar (m)
C	= koefisien geser dasar
d	= tebal efektif penampang (mm)
d'	= jarak pusat tulangan terhadap selimut beton terluar (mm)
E_c	= modulus elastisitas beton (MPa)
E_s	= modulus elastisitas baja tulangan (MPa)
E_Q	= gaya gempa pada struktur (kN)
E_W	= gaya angin (kN)
F	= faktor perangkaan
f_c'	= kuat tekan beton (MPa)
f_y	= kuat tarik baja tulangan (MPa)
g	= gaya gravitasi bumi (m/s^2)
h	= tinggi/tebal dari objek (m)
I_c	= momen inersia penampang beton (m^4)
K_h	= koefisien beban gempa horizontal
K_p	= koefisien tekanan tanah pasif
K_p	= kekakuan struktur gaya horizontal menimbulkan satu lendutan (kN/m)
K	= persen kelebihan beban yang diijinkan (%)

L	= panjang suatu komponen struktur yang ditinjau (m)
M	= momen yang terjadi akibat gaya yang bekerja (kNm)
M_{max}	= momen maksimum yang terjadi (kNm)
M_n	= kuat lentur nominal penampang atau kuat momen nominal (kNm)
M_{px}	= momen penahan guling arah X (kNm)
M_{py}	= momen penahan guling arah Y (kNm)
M_u	= momen akibat beban terfaktor (kNm)
M_x	= momen penyebab guling arah X (kNm)
M_y	= momen penyebab guling arah Y (kNm)
n	= jumlah benda
P	= tekanan efektif suatu gaya atau beban terpusat (kN)
P_{ijin}	= besar tekanan yang diijinkan (kN)
P_{MA}	= beban mati tambahan (kN)
P_{max}	= tekanan maksimum yang terjadi (kN)
P_{MS}	= beban sendiri jembatan (kN)
P_{TD}	= beban lajur “D” (kN)
P_{TP}	= beban pejalan kaki (kN)
q_{ult}	= daya dukung maksimum dari tanah yang ditinjau (kN/m ²)
Q	= Beban merata (kN/m)
r	= lebar tinjauan geser pons
R_{max}	= faktor ketahanan kekuatan maksimum dari komponen struktur
R_n	= besaran ketahanan atau kekuatan nominal dari penampang komponen struktur
S_x	= spasi baja tulangan arah X (mm)
S_y	= spasi baja tulangan arah Y (mm)
T	= waktu getar alami struktur (detik)
T_{EQ}	= gaya gempa (kN)

T_{ET}	= pengaruh suhu (kN)
T_{EW}	= gaya angin (kN)
T_{FB}	= gaya gesek perletakan (kN)
T_{max}	= suhu maksimal ($^{\circ}\text{C}$)
T_{min}	= suhu minimal ($^{\circ}\text{C}$)
T_{TB}	= gaya rem (kN)
V_c	= gaya geser yang ditahan oleh beton (kN)
V_s	= gaya geser yang ditahan oleh baja tulangan (kN)
V_u	= gaya geser yang terjadi akibat beban terfaktor (kN)
W	= berat dari suatu komponen (kN/m^3)
W_c	= berat volume beton (kN/m^3)
β_1	= faktor distribusi tegangan beton
ρ	= rasio tulangan (%)
ρ_{max}	= rasio tulangan tarik maksimum
ρ_{min}	= rasio tulangan tarik minimum
ρ_{perlu}	= rasio tulangan yang diperlukan
ϕ	= faktor reduksi kekuatan
ϕ	= sudut gesek tanah
ΔT	= perbedaan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

INTISARI

PERANCANGAN STRUKTUR BAWAH PADA FLY OVER SIMPANG BANDARA-TANJUNG API-API, Yoanes Mario Adianto, NPM 14.02.15692, tahun 2018, Bidang Peminatan Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Fly Over Simpang Bandara-Tanjung Api-API berada di persimpangan yang mempunyai jalan penting yaitu jalur lintas timur sumatra. Jalur tersebut merupakan jalur aktivitas masyarakat khususnya pulau sumatra. Persimpangan ini juga berada berdekatan dengan bandar udara, oleh karena itu perlu dilakukan perancangan struktur jembatan layang agar lalu lintas yang terjadi bisa berjalan dengan lancar.

Jembatan layang ini mempunyai struktur atas yang menggunakan *Precast Concrete U (PCU)* girder dengan bentang total 450 meter tetapi bentang yang ditinjau hanyalah 52 meter. Lebar *fly over* ini adalah 17,7 meter dengan lebar jalan 14 meter untuk 2 jalur, 4 lajur dan 2 arah. Struktur bawah jembatan ini didesain dengan material beton bertulang yang mengacu pada RSNI-T-12-2004 tentang Perencanaan Struktur Beton Jembatan. Pembebanan untuk jembatan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 1725-2016 tentang Pembebanan untuk Jembatan. Perancangan ini dilakukan dengan cara menghitung semua beban yang terjadi, kemudian analisis beban pada fondasi serta menghitung kebutuhan penulangan pada struktur bawah.

Hasil dari struktur bawah yang dirancang adalah dimensi kepala pilar adalah tinggi 4,5 m dan lebar 3 m dengan panjang 17,7 m. Dimensi pilar adalah tinggi 6,5 m dengan luasan penampang 2,5 x 3 m. Dimensi *pile cap* adalah lebar 20 m dan panjang 20 m dengan tebal 1,5 m. Dimensi *bored pile* adalah panjang tiang 20 m dengan jumlah 25 buah serta diameter tiang 1 m. Hasil gambar penulangan dari stuktur bawah terlampir.

Kata kunci : *fly over*, struktur bawah, beton bertulang, pilar, *pile cap*, *bored pile*.