

**PERENCANAAN STRUKTUR PILAR/PIER *FLY OVER* JALAN
LINGKAR LUAR BARAT (JLLB) SURABAYA**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil (S-1)**



Disusun oleh:

ZAINURIE HAMIDY
1653010047

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2021**

**PERENCANAAN STRUKTUR PILAR/*PIER FLY OVER* JALAN
LINGKAR LUAR BARAT (JLLB) SURABAYA**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil (S-1)**

Disusun oleh:

**ZAINURIE HAMIDY
1653010047**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

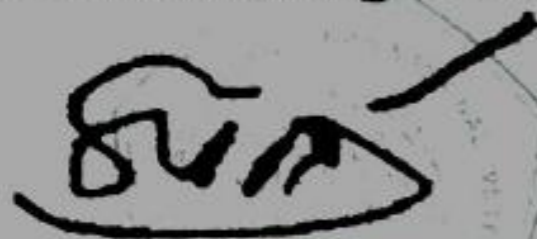
**PERENCANAAN STRUKTUR PILAR/PIER FLY OVER JALAN
LINGKAR LUAR BARAT (JLLB) SURABAYA**

**Disusun oleh:
Zainurie Hamidy
1653010047**

**Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Hari Selasa, 05 Januari 2021**

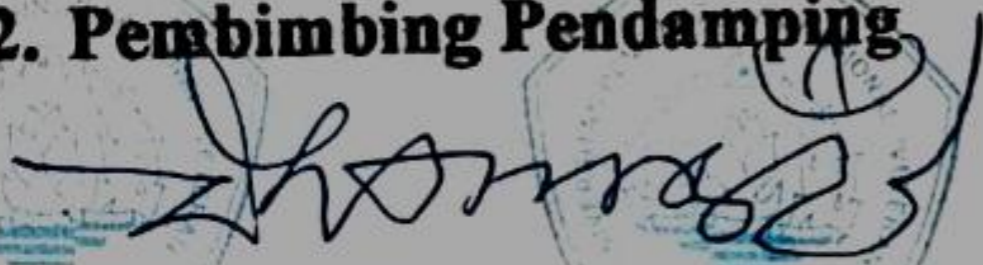
Pembimbing:

1. Pembimbing Utama



**Sumaidi, S.T., M.T
NIP: 3 7909 05 0204 1**

2. Pembimbing Pendamping



**Dr. Ir. Made Dharma Astawa, M.T
NIDK. 8 88 0523419**

Tim Penguji:

1. Penguji I



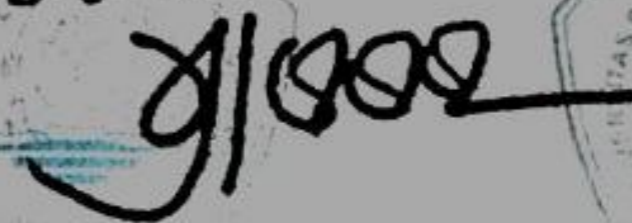
**Ir. Wahyu Kartini, M.T.
NIP. 3 6304 94 0031 1**

2. Penguji II



**Data Iranata, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19800430 200501 1 002**

3. Penguji III



**Budi Suswanto, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19730128 199802 1 002**

**Mengetahui, Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



**Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN STRUKTUR PILAR/PIER FLY OVER JALAN
LINGKAR LUAR BARAT (JLLB) SURABAYA**

**Disusun oleh:
Zainurie Hamidy
1653010047**

**Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Hari Selasa, 05 Januari 2021**

Pembimbing I



**Sumaidi, S.T., M.T
NIP: 3 7909 05 0204 1**

Pembimbing II



**Dr. Ir. Made Dharma Astawa, M.T
NIDK: 8 88 0523419**

**Mengetahui, Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



**Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001**

**PERENCANAAN STRUKTUR PILAR/PIER *FLY OVER* JALAN LINGKAR
LUAR BARAT (JLLB) SURABAYA**

Oleh:

ZAINURIE HAMIDY
1653010047

ABSTRAK

Jalan lingkaran luar barat (JLLB) Surabaya dimaksudkan untuk mengurangi kemacetan yang terjadi di Kota Surabaya. Kondisi lokasi proyek yang banyak terdapat rawa sehingga dibutuhkan pembangunan *fly over* untuk melewati lokasi tersebut. *Fly over* JLLB STA 0 +750 – STA 0+800 dibangun di atas jalur perlintasan kereta api yang terletak di dekat Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo, Kota Surabaya. Struktur pada jembatan terbagi atas dua bagian yaitu struktur bagian atas dan struktur bagian bawah. Pilar pada *fly over* STA 0 +750 – STA 0+800 menopang PC I-Girder dengan bentang 50,80 m dan 30,60 m, sedangkan pondasi jembatan digunakan pondasi tiang pancang.

Analisa struktur pilar didesain dengan pembebanan dari beban layan dan gempa. Berdasarkan kontrol stabilitas struktur pilar jembatan dihasilkan nilai SF lebih dari 3 sehingga pilar aman terhadap guling dan geser. Struktur *pier head* digunakan tulangan utama pada tumpuan maupun lapangan 37 D32 untuk tulangan tarik dan 19 D32 untuk tulangan tekan. Penulangan struktur kolom digunakan 172 D32 untuk tulangan longitudinal. Penulangan *pile cap* arah memanjang dan melintang digunakan tulangan D32 – 100 mm. Pondasi tiang pancang digunakan diameter 600 mm dan jumlah tiang grup sebanyak 40 tiang.

Kata kunci: stabilitas struktur, *pierhead*, *pile cap*, pondasi

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “PERENCANAAN STRUKTUR PILAR/*PIER FLY OVER* JALAN LINGKAR LUAR BARAT (JLLB) SURABAYA”.

Maksud dan tujuan penulisan tugas akhir untuk memenuhi syarat kelulusan Strata-1 (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Selain itu penulis juga dapat mencoba menerapkan pengetahuan yang diperoleh selama proses perkuliahan.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Ir. Siti Zainab, MT selaku dosen wali yang selalu memberikan saran dari perkuliahan sampai penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Sumaidi, ST., MT., dan Bapak Dr. Ir. Made Dharma Astawa, MT., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu meluangkan waktu untuk berkonsultasi dan memberikan masukan hingga terselesainya penyusunan tugas akhir ini.
5. Ibu Ir. Wahyu Kartini, MT., Bapak Data Iranata, ST, MT, Ph.D., dan Bapak Budi Suswanto, ST, MT, Ph.D., selaku dosen penguji tugas akhir ini.
6. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan.
7. Teman-teman di Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan semangat dan dukungan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Surabaya, 05 Januari 2021

(Zainurie Hamidy)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Umum.....	5
2.2. Pilar/ <i>Pier</i> Jembatan	5
2.3. Pondasi	10
2.3.1. Pondasi Dalam.....	11
2.4. Pembebanan.....	12
2.4.1. Beban Mati	13
2.4.2. Beban Hidup.....	13
2.5. Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15

3.1. Diagram Alir.....	15
3.2. Studi Literatur.....	16
3.3. Pengumpulan Data	16
3.4. Spesifikasi Material	17
3.5. Analisa Pembebanan	17
3.5.1. Beban mati akibat berat sendiri elemen struktur utama (MS).....	17
3.5.2. Beban mati akibat beban superimposed (MA)	17
3.5.3. Beban Hidup Lajur (TD)	18
3.5.4. Beban Hidup Truk (TT)	19
3.5.5. Beban Hidup Rem (TB)	19
3.5.6. Beban Angin pada Struktur (EWs).....	20
3.5.7. Beban Gempa (EQ)	21
3.6. Kombinasi Pembebanan	23
3.7. Analisa Struktur.....	24
3.8. Analisa Kolom Pilar/ <i>pier</i>	31
3.9. Analisa Tulangan <i>Pile Cap</i>	31
3.10. Daya Dukung Tiang	33
3.11. Analisa Kapasitas Material Tiang Pancang.....	34
3.12. Interpretasi Data dan Kesimpulan	35
3.13. <i>Detail Engineering Design</i> (DED).....	35
BAB IV ANALISA STRUKTUR.....	36
4.1. <i>Preliminary Desain</i>	36
4.1.1. <i>Preliminary Desain Pier Head</i>	36
4.1.2. <i>Preliminary Desain Pier dan Pile Cap</i>	36

4.2. Analisa Pembebanan	37
4.2.1. Beban Mati Sendiri (MS)	37
4.2.2. Beban Mati Tambahan (MA)	42
4.2.3. Beban Angin (EWs)	43
4.2.4. Beban Hidup Lajur (TD)	44
4.2.5. Beban Truk (TT)	45
4.2.6. Beban Rem (TB)	46
4.2.7. Beban Gempa (EQ)	48
4.3. Analisa Struktur.....	53
4.3.1. Pemodelan Struktur	53
4.3.2. <i>Input</i> Beban	53
4.3.3. Hasil Analisa	58
4.4. Kontrol Stabilitas Pilar Jembatan	59
4.4.1. Stabilitas Guling Pilar	60
4.4.2. Stabilitas Geser Pilar	62
4.5. Kontrol Kapasitas Tulangan Pilar	64
4.5.1. Kapasitas Tulangan <i>Pier Head</i>	64
4.5.2. Kapasitas Tulangan <i>Pier Head</i> Kantilever Penumpu Girder	76
4.5.2.1. Bentang 50,80 m.....	77
4.5.2.2. Bentang 30,60 m.....	81
4.5.3. Kapasitas Tulangan Kolom Pilar.....	85
4.5.4. Analisa Pondasi Tiang Pancang	89
4.5.5. Kapasitas Tulangan <i>Pile Cap</i>	92
4.6. Interpretasi Data	95

BAB V PENUTUP	97
5.1. Kesimpulan.....	97
5.2. Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA.....	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi Proyek Jalan Lingkar Luar Barat Surabaya	2
Gambar 1.2. Lokasi Pilar Pada STA 0 +750 – STA 0+800.....	2
Gambar 2.3. Bentuk Pilar/ <i>Pier</i> Jembatan yang Dibangun di Sungai.....	6
Gambar 2.4. Bentuk Pilar/ <i>Pier</i> Jembatan yang Dibangun di Darat.....	6
Gambar 2.5. Rencana Pemodelan Pilar Jembatan Tanpa Interaksi Pondasi dan dengan Interaksi Pondasi	7
Gambar 2.6. Gaya Luar Pilar Arah Ortogonal Sumbu Jembatan	7
Gambar 2.7. Gaya Luar Pilar Arah Sumbu Jembatan.....	8
Gambar 2.8. Grafik Momen pada Keadaan Normal	9
Gambar 2.9. Grafik Momen pada Kondisi Runtuh.....	9
Gambar 2.10. Lendutan Jembatan pada Kondisi Normal	10
Gambar 2.11. Lendutan Jembatan pada Kondisi Runtuh	10
Gambar 2.12. Pembebanan Pada Pilar	12
Gambar 2.13. Respons Spektra Desain Elastis	14
Gambar 3.14. Diagram Alir	15
Gambar 3.15. Beban Lajur “TD”	19
Gambar 3.16. Beban Truk “TT”	19
Gambar 3.17. Respon Spektrum Lokasi <i>Fly Over</i>	23
Gambar 3.18. Diagram Tegangan.....	25
Gambar 4.19. Desain <i>Pier Head</i>	36
Gambar 4.20. Konfigurasi <i>Pile Cap</i> Tampak Memanjang dan Kolom Pilar.....	37
Gambar 4.21. Konfigurasi Tiang Pancang.....	37
Gambar 4.22. PCI-Girder Bentang 50,80 m	39

Gambar 4.23. PCI-Girder Bentang 30,60 m	40
Gambar 4.24. Dimensi Parapet	42
Gambar 4.25. Dimensi Barrier.....	43
Gambar 4.26. Distribusi Beban Truk Pelat Lantai.....	46
Gambar 4.27. Respon Spektrum Lokasi <i>Fly Over</i>	52
Gambar 4.28. Ilustrasi Pemodelan Pada SAP2000.....	54
Gambar 4.29. Ilustrasi Pembebanan Pada SAP2000	54
Gambar 4.30. <i>Input</i> Beban MA (aspal, <i>parapet</i> , <i>barrier</i>).....	55
Gambar 4.31. <i>Input</i> Beban MS (pelat beton).....	55
Gambar 3.32. <i>Input</i> Beban TD BGT dan BTR.....	56
Gambar 4.33. <i>Input</i> Beban TT (truk).....	56
Gambar 4.34. <i>Input</i> Beban TB (rem).....	57
Gambar 4.35. <i>Input</i> Beban EWs	57
Gambar 4.36. <i>Input</i> Beban Gempa dengan Respons Spektrum.....	58
Gambar 4.37. Hasil Analisa Struktur <i>Pier Head</i> (M 3-3).....	58
Gambar 4.38. Hasil Analisa Struktur <i>Pier Coloumn</i> (M 2-2).....	59
Gambar 4.39. Hasil Analisa Struktur <i>Pier Coloumn</i> (Beban Aksial).....	59
Gambar 4.40. Stabilitas Guling Arah Memanjang	60
Gambar 4.41. Stabilitas Guling Arah Melintang	61
Gambar 4.42. Stabilitas Geser Arah Memanjang	62
Gambar 4.43. Stabilitas Geser Arah Melintang.....	63
Gambar 4.44. Sketsa Penulangan Lentur <i>Pier Head</i> Tumpuan.....	67
Gambar 4.45. Sketsa Penulangan Lentur <i>Pier Head</i> Lapangan	73

Gambar 4.46. Skema Pembebanan dan Penulangan Konsul Kantilever	77
Gambar 4.47. Sketsa Penulangan Lentur <i>Pier Head</i> Penumpu Girder.....	84
Gambar 4.48. Sketsa Penulangan <i>Pier Head</i> Tumpuan.....	85
Gambar 4.49. Sketsa Penulangan <i>Pier Head</i> Lapangan	85
Gambar 4.50. Kurva Kapasitas Momen Kolom Pilar	86
Gambar 4.51. Sketsa Penulangan Kolom Pilar	88
Gambar 4.52. Skema Tiang Grup	95
Gambar 4.53. Sketsa Penulangan <i>Pile Cap</i>	95

Daftar Tabel

Tabel 3.1. <i>Prestressed Concrete Spun Piles Specification</i>	34
Tabel 4.2. Rekapitulasi Beban Bentang 50,80 m.....	47
Tabel 4.3. Rekapitulasi Beban Bentang 30,60 m.....	47
Tabel 4.4. Faktor Modifikasi Respon (R) untuk Bangunan Bawah.....	48
Tabel 4.5. Faktor Modifikasi Respon (R) untuk Hubungan Antar Elemen Struktur.	49
Tabel 4.6. Kelas Situs Jembatan Jalan Lingkar Luar Barat Surabaya	49
Tabel 4.7. Zona Gempa.....	51
Tabel 4.8. Respon Percepatan Desain.....	51
Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Stabilitas Guling Arah Memanjang (Arah X)	60
Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Stabilitas Guling Arah Melintang (Arah Y).....	61
Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Stabilitas Geser Arah Memanjang (Arah X).....	63
Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Stabilitas Geser Arah Melintang (Arah Y)	64
Tabel 4.13. Hasil Analisa <i>Pier Head</i>	64
Tabel 4.14. Nilai V_u <i>Pier Head</i> Penumpu Girder	77
Tabel 4.15. Rekapitulasi Hasil Analisa Kolom Pilar	85