



TUGAS AKHIR - RC 141051

ALTERNATIF PERENCANAAN JALAN LINGKAR LUAR TIMUR DENGAN VARIASI *SLAB ON PILE* DAN *PIER HEAD* STA 14+500 - 15+600 SURABAYA, PROPINSI JAWA TIMUR

INDRA WAHYU UTAMA
NRP 3112 106 031

Dosen Pembimbing
Ir. SUWARNO, M. Eng.
MUSTA'IN ARIF, ST. MT.

JURUSAN TEKNIK SIPIL LINTAS JALUR
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - RC 141051

**ALTERNATIVE DESIGN OUTER EAST RING ROAD
VARIATION WITH *SLAB ON PILE* AND *PIER HEAD*
STA 14+500 - 15+600 SURABAYA, EAST JAVA PROVINCE**

INDRA WAHYU UTAMA
NRP 3112 106 031

Counselor Lecturer
Ir. SUWARNO, M. Eng.
MUSTA'IN ARIF, ST. MT.

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
Civil Engineering And Planning Faculty
Sepuluh Nopember Institute Of Technology
Surabaya 2015

**ALTERNATIF PERENCANAAN JALAN LINGKAR LUAR TIMUR
DENGAN VARIASI *SLAB ON PILE* DAN *PIER HEAD*
STA 14+500 – 15+600 SURABAYA, PROPINSI JAWA TIMUR**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Bidang Studi Geoteknik

Jurusan S-1 Teknik Sipil Lintas Jalur

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

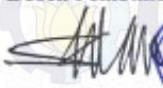
Indra Wahyu Utama

NRP. 3112.106.031

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing I Dosen Pembimbing II

Ir. Soewarno, M.Eng.

NIP 195909271986031002

Mulyatin Arif, ST, MT.

NIP 197003272005011001

**SURABAYA
JANUARI, 2015**

ALTERNATIF PERENCANAAN JALAN LINGKAR LUAR TIMUR DENGAN VARIASI SLAB ON PILE DAN PIER HEAD STA 14+500 – 15+600 SURABAYA, PROVINSI JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa : Indra Wahyu Utama

NRP : 3112 106 031

Jurusan : Teknik Sipil Lintas Jalur FTSP-ITS

Dosen Pembimbing : Ir. Suwarno, M. Eng.

Musta'in Arif ST. MT.

Abstrak

*Jalan Lingkar Luar Timur adalah jalan yang direncanakan akan menghubungkan Tambak Oso Juanda sampai ke Kenjeran dengan panjang jalan kurang lebih 18,61 kilometer. Adapun perencanaan jalan tersebut akan menghubungkan beberapa kawasan yang berada di wilayah sisi timur kota Surabaya dan untuk perencanaan pembangunannya akan dibangun secara bertahap dimulai dari sisi Tambak Oso Juanda hingga berakhir di Kenjeran. Adapun perencanaan jalan ini khususnya pada wilayah Rungkut Kelurahan Wonorejo akan direncanakan dengan tipe konstruksi jalan yang berada diatas muka jalan sebelumnya (*jalan existing*) dan tidak boleh ditimbun dikarenakan adanya hutan bakau atau mangrove di sekitar jalan tersebut. Alasan pemilihan tipe konstruksi jalan tersebut adalah agar tidak mengganggu aliran air sungai yang mengalir dan aktifitas pengemudi lalu lintas yang melewati sekitar jalan tersebut. Sehingga perencanaan jalan dengan tipe konstruksi jalan elevated (diatas muka tanah atau muka jalan) sangat cocok sebagai pemilihan metode perencanaan jalan dengan kondisi lokasi tersebut.*

Mengacu dari latar belakang tersebut maka dalam tugas akhir ini penulis membahas mengenai

perencanaan jalan lingkar luar timur dengan metode slab on pile dan pier head. Dalam pembahasan ini meliputi perencanaan strukturnya baik struktur atas dan bawah untuk slab on pile dan pier head yang mengacu pada peraturan RSNI T 02-2005 dan SNI 03 2833-2008, pembahasan kedua akan meliputi pemodelan strukturnya dengan program SAP 2000 versi 14.2, pembahasan ketiga akan membahas cek kontrol keamanan strukturnya baik struktur atas dan bawah, pembahasan keempat akan membahas perencanaan rencana anggaran biaya baik struktur slab on pile dan pier head dengan menggunakan HSPK Jawa Timur 2014.

Dari hasil perencanaan jalan lingkar luar timur ini dari perencanaan slab on pile didapatkan harga yang paling ekonomis dan kuat aman dalam strukturnya dengan kondisi I – SoP untuk bentang 4 m dan kondisi III- SoP untuk bentang 6 m sedangkan dari pier head didapatkan harga yang paling ekonomis dan kuat aman dalam strukturnya dengan kondisi V – PH untuk bentang 4 m dan kondisi III – PH untuk bentang 6 m.

Kata kunci : Jalan Lingkar Luar Timur, Tambak Oso, Rungkut, Slab on Piles, Pier Head

ALTERNATIVE DESIGN OUTER EAST RING ROAD VARIATION WITH SLAB ON PILE AND PIER HEAD STA 14+500 – 15+600 SURABAYA, EAST JAVA PROVINCE

Name of Student : Indra Wahyu Utama

NRP : 3112 106 031

Departement : Civil Engineering FTSP-ITS

Counselor Lecturer : Ir. Suwarno, M. Eng.

Musta'in Arif ST. MT.

Abstract

East Outer Ring Road is planned road will connect Tambak Oso Juanda to Kenjeran with road length of approximately 18.61 kilometers. The planning of the road will connect several areas within the area of the east side of the city of Surabaya and for regional development plans will be built in stages starting from the side of the Tambak Oso Juanda to expire in Kenjeran. The planning of this road especially in the area Rungkut Wonorejo Village will be planned with type of the road construction that is above the face of the previous (existing road) and should not be dumped because of the mangrove forest around the road. The reason for choosing the type of the road construction is not to disrupt the flow of river water flowing and activity driver who passes around the road. So, the path planning elevated road construction type (above ground level or face the road) is very suitable as a selection method of the path planning with the site conditions.

Referring to this background, in this thesis the author discusses the planning of the Outer Ring Road East to the methode of Slab on Piles and Pier Head. In this discussion include planning structure, both top and bottom structure to Slab on Pile and Pier Head which refers to the rules RSNI T 02-2005 and SNI 03 2833-2008, the second discussion will include the modelling structure with SAP 2000 version 14.2, the third

discussion security control checks structure, both top and bottom structure, the fourth discussion will discuss planning budget plan both Slab on Piles and Pier Head by using HSPK East Java in 2014. From the planning of the Outer Ring Road East is from the planning Slab on Piles on the most economical price and strong safe structure with condition I – SoP for span 4 m and condition III – SoP for span 6 m. But is from the planning Pier Head on the most economical price and strong safe structure with condition V – PH for span 4 m and condition III – PH for span 6 m

Key word : East Outer Ring Road, Tambak Oso, Rungkut, Slab on Piles, Pier Head

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena dengan limpahan rahmat dan hidayah Nyalah, tugas akhir dengan judul “Alternatif Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur dengan variasi *Slab on Piles* dan *Pier Head* STA 14+500-15+600 Surabaya, Propinsi Jawa Timur“ dapat tersusun dan terselesaikan dengan baik serta dapat mempresentasikan pada sidang tugas akhir.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi S-1 Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini yaitu agar mahasiswa dapat mengetahui langkah kerja dari perencanaan jalan dalam suatu proyek khususnya proyek perencanaan jembatan yaitu *slab on piles* dan *pier head*.

Tersusunnya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini ucapan terima kasih kepada :

1. Ir. Suwarno, M. Eng. dan Musta'in Arif, ST. MT., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan banyak arahan dan bimbingan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Edijatno, selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Sipil Lintas Jalur ITS.
3. Bapak Ir. Djoko Irawan, MS., selaku dosen wali.
4. Orang Tua kami yang telah membesar dan mendidik kami serta memberikan dukungan baik secara moril dan materiil yang tak terhingga pada kami.
5. Segenap Bapak/Ibu Dosen dan Karyawan S-1 Teknik Sipil Lintas Jalur FTSP-ITS.
6. Rekan-rekan sesama mahasiswa S-1 Lintas Jalur Teknik Sipil.
7. Semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyusunan tugas akhir ini, atas segala bantuan dan dukungannya.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, saran, kritik, dan koreksi yang membangun tetap penulis nantikan dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa Teknik Sipil pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Surabaya, Januari 2015

Penyusun

DAFTAR ISI

COVER	
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	5
1.6 Lokasi Perencanaan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Pondasi	9
2.1.1 Pondasi Dangkal.....	10
2.1.2 Pondasi Dalam.....	11
2.1.3 Faktor Pemilihan Pondasi Tiang Pancang	11
2.1.4 Penggolongan Pondasi Tiang Pancang.....	12
2.1.5 Perhitungan Tiang Pancang.....	12
2.1.6 Kontrol Kekuatan Bahan	16
2.1.7 Letak Titik Jepit Tanah Terhadap Tiang Pondasi	17
2.1.8 Tiang Pancang dalam Kelompok.....	20
2.2 Pembebanan Bangunan Atas	20
2.2.1 Beban Tetap.....	21
2.2.2 Beban Lalu Lintas	22
2.2.3 Beban Lingkungan	23
2.2.4 Kombinasi Pembebanan	29

2.3	Penulangan Slab Beton dan <i>Pier Head</i>	30
BAB III METODOLOGI		33
3.1	Flowchart.....	33
3.2	Tahapan Persiapan	36
3.3	Studi Literatur	37
3.4	Pengumpulan Data	37
3.5	Analisa Pengolahan Data	38
3.6	Perhitungan Pembebatan	39
3.7	Perencanaan Perhitungan Struktur Bawah	39
3.8	Rencana Anggaran Biaya	39
3.9	Pemilihan Alternatif	39
3.10	Kesimpulan	40
BAB IV ALTERNATIF PERENCANAAN SLAB ON PILES		41
4.1	Data dan Analisa Data	41
4.1.1	Data Teknis Rencana Struktur Jalan Lingkar Luar Timur STA 14+500 – STA 15+600.....	41
4.1.2	Data Teknis Rencana Jalan Lingkar Luar Timur.....	41
4.1.3	Data Tanah Dasar	42
4.1.4	Data Spesifikasi Tiang Pancang	43
4.1.5	Pembebatan pada <i>Slab on Piles</i>	44
4.1.6	Penentuan Jarak Antar Tiang Pancang	45
4.2	Alternatif Perencanaan dengan <i>Slab on Piles</i>	45
4.2.1	Data Tiang Pancang yang digunakan	45
4.2.2	Panjang Jepitan Kritis Tanah.....	46
4.2.3	Penentuan Letak Titik Jepit terhadap Tiang Pondasi	46
4.2.4	Penentuan Tebal Pelat Lantai Kendaraan.....	47
4.2.5	Perhitungan Pembebatan Bangunan Atas.....	48
4.2.6	Perhitungan Pembebatan Bangunan Bawah ...	50
4.2.7	Perhitungan Penulangan Plat <i>Slab on Piles</i> bentang 4 m	66
4.2.8	Perhitungan Penulangan Plat Slab on Piles	

bentang 6 m	74
4.2.9 Rekapitulasi Hasil Momen dan Gaya pada <i>Slab on Piles</i>	81
4.2.10 Perencanaan Poer	82
4.2.11 Kontrol Momen Tiang Pancang	87
4.2.12 Kontrol Gaya Aksial	88
4.2.13 Kontrol Gaya Horizontal.....	89
4.2.14 Kontrol Kekuatan Bahan.....	90
4.2.15 Perhitungan Daya Dukung Tanah	92
4.2.16 Penentuan Kedalaman Tiang Pancang	97
4.2.17 Penentuan Jumlah Kebutuhan Tiang Pancang	99
BAB V ALTERNATIF PERENCANAAN <i>PIER HEAD</i>	101
5.1 Data dan Analisa Data	101
5.1.1 Data Teknis Rencana Struktur Jalan Lingkar Luar Timur STA 14+500 – STA 15+600.....	101
5.1.2 Data Teknis Rencana Jalan Lingkar Luar Timur.....	101
5.1.3 Data Tanah Dasar	102
5.1.4 Data Spesifikasi Tiang Pancang.....	103
5.1.5 Pembebaran pada <i>Pier Head</i>	104
5.1.6 Penentuan Jarak Antar Pier Head dan Tiang Pancang.....	105
5.2 Alternatif Perencanaan dengan <i>Pier Head</i>	105
5.2.1 Data Tiang Pancang yang digunakan	105
5.2.2 Panjang Jepitan Kritis Tanah	106
5.2.3 Penentuan Letak Titik Jepit terhadap Tiang Pondasi	106
5.2.4 Penentuan Tebal Pelat Lantai Kendaraan.....	107
5.2.5 Perhitungan Pembebaran Bangunan Atas.....	108
5.2.6 Perhitungan Pembebaran Bangunan Bawah... ..	110
5.2.7 Perhitungan Penulangan Plat <i>Pier Head</i> bentang 4 m	130
5.2.8 Perhitungan Penulangan Plat <i>Pier Head</i> bentang 6 m	138

5.2.9	Rekapitulasi Hasil Momen dan Gaya pada <i>Pier Head</i>	146
5.2.10	Perencanaan <i>Pier</i>	147
5.2.11	Kontrol Momen Tiang Pancang	152
5.2.12	Kontrol Gaya Aksial.....	153
5.2.13	Kontrol Gaya Horizontal	154
5.2.14	Kontrol Kekuatan Bahan	156
5.2.15	Perhitungan Daya Dukung Tanah	157
5.2.16	Penentuan Kedalaman Tiang Pancang	162
5.2.17	Penentuan Jumlah Kebutuhan Tiang Pancang	164
BAB VI	ANALISA BIAYA	167
6.1	Umum	167
6.2	Harga Material Upah dan Bahan	167
6.3	Analisa Harga Satuan	167
6.4	Rencana Anggaran Biaya <i>Slab on piles</i>	171
6.5	Rekapitulasi Anggaran Biaya <i>Slab on piles</i>	173
6.6	Rencana Anggaran Biaya Pier Head.....	173
6.7	Rekapitulasi Anggaran Biaya Pier Head	176
BAB VII	KESIMPULAN SARAN	179
7.1	Kesimpulan	179
DAFTAR	PUSTAKA.....	183

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur	6
Gambar 1.2	Layout Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur STA 14+500 – STA 15+600	7
Gambar 1.3	Potongan Memanjang Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur STA 14+500 – STA 15+600	8
Gambar 2.1	Jenis Pondasi	9
Gambar 2.2	Jenis Pondasi Telapak	11
Gambar 2.3	<i>Partly-Embedded Pile & Equivalent Fixed Base Pile or Column</i>	18
Gambar 2.4	Kedudukan Beban Lajur “D” (UDL dan KEL)	24
Gambar 2.5	Pembebatan Roda Truk “T”	24
Gambar 2.6	Faktor Pembebatan Dinamik untuk BT Pembebatan Lajur “D”	25
Gambar 2.7	Wilayah Gempa Indonesia periode ulang 500 tahun	29
Gambar 3.1	Flowchart Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir	33
Gambar 3.2	Flowchart Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir	34
Gambar 3.3	Flowchart Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir	35
Gambar 3.4	Flowchart Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir	36
Gambar 4.1	Rencana Jalan Lingkar Luar Timur Dengan <i>Slab On Piles</i>	41
Gambar 4.2	Data Spesifikasi Tiang Pancang Bulat Berongga produksi milik PT. WIKA	43
Gambar 4.3	Potongan Melintang <i>Slab on Piles</i> bentang 4 m	66

Gambar 4.4	Layout Memanjang <i>Slab on Piles</i> bentang 4 m	66
Gambar 4.5	Gambar Skema Pemodelan <i>Slab on Piles</i> bentang 4 m	67
Gambar 4.6	Perubahan bentuk dari hasil SAP <i>Slab on Piles</i> bentang 4 m	72
Gambar 4.7	Potongan Melintang <i>Slab on Piles</i> bentang 6 m	74
Gambar 4.8	Layout Memanjang <i>Slab on Piles</i> bentang 6 m	74
Gambar 4.9	Gambar Skema Pemodelan <i>Slab on Piles</i> bentang 6 m	75
Gambar 4.10	Perubahan bentuk dari hasil SAP <i>Slab on Piles</i> bentang 6 m	79
Gambar 4.11	Gaya-gaya yang bekerja pada poer tunggal Penampang Tiang Pancang	82
Gambar 4.12	Grafik Hubungan Q vs Kedalaman dengan Safety Factor = 3	90
Gambar 4.13	Penentuan Kedalaman Tiang Pancang untuk Bentang 4 m.....	95
Gambar 4.14	Penentuan Kedalaman Tiang Pancang untuk Bentang 6 m.....	97
Gambar 4.15	Rencana Jalan Lingkar Luar Timur Dengan <i>Slab On Piles</i>	100
Gambar 5.1	Data Spesifikasi Tiang Pancang Bulat Berongga produksi milik PT. WIKA.....	102
Gambar 5.2	Potongan Melintang <i>Pier Head</i> bentang 4 m	129
Gambar 5.3	Layout Memanjang <i>Pier Head</i> bentang 4 m	130
Gambar 5.4	Gambar Skema Pemodelan <i>Pier Head</i> bentang 4 m	130
Gambar 5.5	Perubahan bentuk dari hasil SAP <i>Pier Head</i> bentang 4 m	135
Gambar 5.6	Potongan Melintang <i>Pier Head</i> bentang	
Gambar 5.7		

Gambar 5.8	6 m	137
	Layout Memanjang <i>Pier Head</i> bentang 6 m	137
Gambar 5.9	Gambar Skema Pemodelan <i>Pier Head</i> bentang 6 m	138
Gambar 5.10	Perubahan bentuk dari hasil SAP <i>Pier Head</i> bentang 6 m	142
Gambar 5.11	Gaya-gaya yang bekerja pada pier	146
Gambar 5.12	Penampang Tiang Pancang	154
Gambar 5.13	Grafik Hubungan Q vs Kedalaman dengan Safety Factor = 3	159
Gambar 5.14	Penentuan Kedalaman Tiang Pancang untuk Bentang 4 m	161
Gambar 5.15	Penentuan Kedalaman Tiang Pancang untuk Bentang 6 m	162



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Base Coefficient α DeCourt et all</i>	15
Tabel 2.2	<i>Shaft Coefficient β DeCourt et all.....</i>	15
Tabel 2.3	Tabel untuk mencari nilai R.....	18
Tabel 2.4	Tabel untuk mencari nilai T	19
Tabel 2.5	Berat Jenis untuk Beban Tetap	21
Tabel 2.6	Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana	25
Tabel 2.7	Koefisien Seret C_w	26
Tabel 2.8	Kecepatan Angin Rencana V_w	27
Tabel 2.9	Kombinasi Beban Umum untuk Keadaan Batas Kelayanan dan Ultimate	30
Tabel 4.1	Data Tanah Dasar	43
Tabel 4.2	Data Jarak Antar Tiang Pancang	45
Tabel 4.3	Rekapitulasi Total Beban Angin pada <i>Slab on Piles</i> bentang 4 m, 6 m, 8 m dengan diameter 0.5 m dan 0.6 m	57
Tabel 4.4	Rekapitulasi Total Gaya Geser Gempa pada <i>Slab on Piles</i> bentang 4 m, 6 m, 8 m dengan diameter 0.5 m dan 0.6 m	63
Tabel 4.5	Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Slab on Piles</i> bentang 4 m dengan diameter 0.5 m	64
Tabel 4.6	Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Slab on Piles</i> bentang 4 m dengan diameter 0.6 m	64
Tabel 4.7	Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Slab on Piles</i> bentang 6 m dengan diameter 0.5 m	65
Tabel 4.8	Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Slab on Piles</i> bentang 6 m dengan diameter 0.6 m	65
Tabel 4.9	Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Slab on Piles</i> bentang 8 m dengan diameter 0.5 m	66
Tabel 4.10	Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Slab on Piles</i> bentang 8 m dengan diameter 0.6 m	66
Tabel 4.11	Rekapitulasi Momen dan Gaya yang Terjadi ...	82
Tabel 4.12	Rekapitulasi Lendutan yang Terjadi.....	82
Tabel 4.13	Rekapitulasi Lendutan yang Terjadi.....	82

Tabel 4.14	Kontrol Momen pada Tiang Pancang	88
Tabel 4.15	Kontrol Gaya Aksial pada Tiang Pancang	89
Tabel 4.16	Kontrol Gaya Horizontal pada Tiang Pancang.	90
Tabel 4.17	Daya Dukung Tanah untuk Diameter 0.5 m	94
Tabel 4.18	Daya Dukung Tanah untuk Diameter 0.6 m.....	95
Tabel 4.19	Beban Rencana untuk Tiang Pancang	97
Tabel 4.20	Kebutuhan Kedalaman Tiang Pancang dengan Safety Factor = 3	97
Tabel 5.1	Data Tanah Dasar.....	103
Tabel 5.2	Data Jarak Antar Tiang Pancang	105
Tabel 5.3	Rekapitulasi Total Beban Angin pada <i>Pier Head</i> bentang 4 m, 6 m, 8 m dengan jarak tiang 5D ($D = 0.5$ m dan 0.6 m)	117
Tabel 5.4	Rekapitulasi Total Beban Angin pada <i>Pier Head</i> bentang 4 m, 6 m, 8 m dengan jarak tiang 8D ($D = 0.5$ m dan 0.6 m).....	117
Tabel 5.5	Rekapitulasi Total Gaya Geser Gempa pada <i>Pier Head</i> bentang 4 m, 6 m, 8 m dengan Jarak tiang 5D ($D = 0.5$ m dan 0.6 m)	124
Tabel 5.6	Rekapitulasi Total Gaya Geser Gempa pada <i>Pier Head</i> bentang 4 m, 6 m, 8 m dengan Jarak tiang 8D ($D = 0.5$ m dan 0.6 m)	124
Tabel 5.7	Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Pier Head</i> bentang 4 m dengan diameter 0.5 m jarak 5D.....	125
Tabel 5.8	Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Pier Head</i> bentang 4 m dengan diameter 0.6 m jarak 5D.....	125
Tabel 5.9	Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Pier Head</i> bentang 6 m dengan diameter 0.5 m jarak 5D.....	126
Tabel 5.10	Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Pier Head</i> bentang 6 m dengan diameter 0.6 m jarak 5D.....	126
Tabel 5.11	Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Pier</i>	

<i>Head</i> bentang 8 m dengan diameter 0.5 m jarak 5D	127
Tabel 5.12 Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Pier</i> <i>Head</i> bentang 8 m dengan diameter 0.6 m jarak 5D	127
Tabel 5.13 Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Pier</i> <i>Head</i> bentang 4 m dengan diameter 0.5 m jarak 8D	128
Tabel 5.14 Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Pier</i> <i>Head</i> bentang 4 m dengan diameter 0.6 m jarak 8D	128
Tabel 5.15 Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Pier</i> <i>Head</i> bentang 6 m dengan diameter 0.5 m jarak 8D	129
Tabel 5.16 Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Pier</i> <i>Head</i> bentang 6 m dengan diameter 0.6 m jarak 8D	129
Tabel 5.17 Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Pier</i> <i>Head</i> bentang 8 m dengan diameter 0.5 m jarak 8D	130
Tabel 5.18 Rekapitulasi Total Pembebatan pada <i>Pier</i> <i>Head</i> bentang 8 m dengan diameter 0.6 m jarak 8D	130
Tabel 5.19 Rekapitulasi Penulangan Plat bentang 4 m dengan jarak tiang 8D	146
Tabel 5.20 Rekapitulasi Momen dan Gaya yang Terjadi 5D	146
Tabel 5.21 Rekapitulasi Momen dan Gaya yang Terjadi 8D	146
Tabel 5.22 Rekapitulasi Lendutan yang Terjadi 5D	147
Tabel 5.23 Rekapitulasi Lendutan yang Terjadi 8D	147
Tabel 5.24 Kontrol Momen pada Tiang Pancang 5D	153
Tabel 5.25 Kontrol Momen pada Tiang Pancang 8D	153
Tabel 5.26 Kontrol Gaya Aksial pada Tiang Pancang 5D .	154
Tabel 5.27 Kontrol Gaya Aksial pada Tiang Pancang 8D .	154

Tabel 5.28	Kontrol Gaya Horizontal pada Tiang Pancang 5D.....	155
Tabel 5.29	Kontrol Gaya Horizontal pada Tiang Pancang 8D.....	156
Tabel 5.30	Daya Dukung Tanah untuk Diameter 0.5 m.....	159
Tabel 5.31	Daya Dukung Tanah untuk Diameter 0.6 m.....	160
Tabel 5.32	Beban Rencana untuk Tiang Pancang untuk Tiang Pancang 5D.....	162
Tabel 5.33	Beban Rencana untuk Tiang Pancang untuk Tiang Pancang 8D.....	162
Tabel 5.34	Penentuan Kedalaman untuk Tiang Pancang Tiang Pancang 5D.....	163
Tabel 5.35	Penentuan Kedalaman untuk Tiang Pancang Tiang Pancang 5D.....	163
Tabel 6.1	Harga Material.....	167
Tabel 6.2	Harga Upah.....	168
Tabel 6.3	Harga Sewa Peralatan dan Kendaraan.....	168
Tabel 6.4	Analisa Harga Satuan Pekerjaan	168
Tabel 6.5	Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Persiapan	171
Tabel 6.6	Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan <i>Slab on Piles</i> Kondisi I - SoP.....	171
Tabel 6.7	Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan <i>Slab on Piles</i> Kondisi II - SoP	172
Tabel 6.8	Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan <i>Slab on Piles</i> Kondisi III - SoP	172
Tabel 6.9	Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan <i>Slab on Piles</i> Kondisi IV - SoP	172
Tabel 6.10	Rekapitulasi RAB Kondisi I - SoP	173
Tabel 6.11	Rekapitulasi RAB Kondisi II - SoP	173
Tabel 6.12	Rekapitulasi RAB Kondisi III - SoP.....	173
Tabel 6.13	Rekapitulasi RAB Kondisi IV - SoP	173
Tabel 6.14	Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Persiapan	174
Tabel 6.15	Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan <i>Pier Head</i> Kondisi I - PH	174

Tabel 6.16	Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan <i>Pier Head</i>	
	Kondisi II - PH.....	174
Tabel 6.17	Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan <i>Pier Head</i>	
	Kondisi III - PH	175
Tabel 6.18	Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan <i>Pier Head</i>	
	Kondisi IV - PH	175
Tabel 6.19	Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan <i>Pier Head</i>	
	Kondisi V - PH	175
Tabel 6.20	Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan <i>Pier Head</i>	
	Kondisi VI - PH	176
Tabel 6.21	Rekapitulasi RAB Kondisi I - PH	176
Tabel 6.22	Rekapitulasi RAB Kondisi II - PH	176
Tabel 6.23	Rekapitulasi RAB Kondisi III - PH.....	176
Tabel 6.24	Rekapitulasi RAB Kondisi IV - PH	177
Tabel 6.25	Rekapitulasi RAB Kondisi IV - PH	177
Tabel 6.26	Rekapitulasi RAB Kondisi IV - PH	177

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Surabaya adalah ibukota propinsi Jawa Timur yang merupakan kota terbesar kedua di pulau Jawa dan menjadi sentra pusat bisnis, perdagangan, dan industri terbesar di kawasan Jawa Timur. Seiring perkembangan perdagangan dan industri yang setiap tahunnya semakin meningkat, aktifitas arus barang baik ekspor maupun impor juga ikut bertambah sehingga mengakibatkan kemacetan untuk akses masuk dan keluar kota Surabaya baik dari arah timur melewati jalan Tambak Oso Juanda, arah utara melewati jalan Kenjeran yang kemudian menuju ke Tanjung Perak atau kota Gresik, dan arah selatan perbatasan antara kota Surabaya dan Sidoarjo. Hal ini tentunya menyebabkan kebutuhan kelancaran transportasi yang lancar dan cepat sampai ke tujuan semakin meningkat sehingga pemerintah merencanakan salah satu akses perencanaan jalan yang dapat mengurangi kemacetan baik dari akses masuk dan keluar kota Surabaya yaitu dengan membangun Jalan Lingkar Luar Timur yang menghubungkan dua kota terbesar di Jawa Timur yaitu kota Surabaya dan Sidoarjo.

Jalan Lingkar Luar Timur adalah jalan yang direncanakan akan menghubungkan Tambak Oso Juanda sampai ke Kenjeran dengan panjang jalan kurang lebih 18,61 kilometer. Adapun perencanaan jalan tersebut akan menghubungkan beberapa kawasan yang berada di wilayah sisi timur kota Surabaya dan untuk perencanaan pembangunannya akan dibangun secara bertahap dimulai dari sisi Tambak Oso Juanda hingga berakhir di Kenjeran. Adapun perencanaan jalan ini khususnya pada wilayah Rungkut Kelurahan Wonorejo akan direncanakan dengan tipe

konstruksi jalan yang berada diatas muka jalan sebelumnya (jalan *existing*) dan tidak boleh ditimbun dikarenakan adanya hutan bakau atau mangrove di sekitar jalan tersebut. Alasan pemilihan tipe konstruksi jalan tersebut adalah agar tidak mengganggu aliran air sungai yang mengalir dan aktifitas pengemudi lalu lintas yang melewati sekitar jalan tersebut. Sehingga perencanaan jalan dengan tipe konstruksi jalan *elevated* (diatas muka tanah atau muka jalan) sangat cocok sebagai pemilihan metode perencanaan jalan dengan kondisi lokasi tersebut.

Secara umum tipe konstruksi yang cocok dengan model jalan yang direncanakan *elevated* ada beberapa macam yaitu *slab on pile*, *pier head*, pilar dengan dinding penuh, pilar dengan dua pilar, dan lain-lain. Akan tetapi mengingat perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur ini menggunakan anggaran biaya dari negara, sehingga perencanaan yang ekonomis dan efisien menjadi solusi yang tepat untuk perencanaan jalan dengan tipe konstruksi *elevated*. Adapun dari permasalahan yang dijelaskan sebelumnya, hal tersebut menjadi suatu permasalahan yang menarik yang kemudian penulis menggunakan sebagai bahan studi dalam Tugas Akhir. Dalam perencanaan tugas akhir ini, alternatif yang digunakan untuk perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur adalah konstruksi jalan *elevated*. Adapun alternatif yang direncanakan yaitu menggunakan alternatif *slab on pile* yang dibandingkan dengan *pier head*.

Menurut pengertian secara umum, konstruksi *Slab on Pile* adalah suatu struktur berupa penggabungan antara slab beton dengan tiang pancang yang dibangun di atas tanah dengan jarak antara tiang pancang satu dengan tiang pancang lainnya cukup berdekatan. Sedangkan konstruksi *Pier Head* adalah suatu struktur tiang pancang yang terhubung dengan elemen struktur atas berupa struktur balok atas (*cross head*) yang berfungsi untuk meneruskan beban-

beban yang diterima struktur slab beton kemudian disalurkan hingga menuju ke tanah.

Dalam perencanaan alternatif Jalan Lingkar Luar Timur ini akan dihitung beban-beban yang ada di struktur atas (*Upper Structure*), faktor daya dukung tanah, faktor daya dukung tiang pondasi, kontrol kekuatan bahan tiang pancang, dan perhitungan rencana anggaran biaya struktur sehingga dari alternatif ini akan didapatkan struktur pondasi Jalan Lingkar Luar Timur yang ekonomis dan efisien tetapi tetap aman dan kuat. Disamping itu, adapun manfaat dalam tugas akhir ini adalah sebagai wawasan atau referensi terutama bagi penulis dan pembaca untuk mengetahui pentingnya perencanaan yang tepat atau cocok dalam merencanakan suatu struktur dengan kondisi medan atau rintangan apapun.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari latar belakang yang dijelaskan sebelumnya, maka terdapat beberapa permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini antara lain sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merencanakan struktur Jalan Lingkar Luar Timur yang aman dan kuat dengan alternatif *slab on pile* atau *pier head*?
2. Berapa dimensi bentang dan kedalaman tiang pancang *slab on pile* atau *pier head* yang diperlukan pada perencanaan struktur Jalan Lingkar Luar Timur?
3. Berapa jumlah biaya yang diperlukan pada perencanaan struktur Jalan Lingkar Luar Timur?

1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang didefinisikan pada tugas akhir ini adalah :

1. Jalan yang ditinjau hanya sepanjang Tambak Oso Juanda sampai Rungkut dengan panjang bentang untuk *slab on pile* atau *pier head* direncanakan 1100 meter.

2. Data tanah yang digunakan adalah data sekunder yang berasal dari Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil ITS.
3. Tidak membahas perhitungan geometri jalan dan perkerasan jalan baik pada *slab on pile* atau *pier head*.
4. Tidak membahas perhitungan overpass pada perencanaan struktur Jalan Lingkar Luar Timur.
5. Tidak merencanakan drainase jalan pada perencanaan struktur Jalan Lingkar Luar Timur.
6. Untuk perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur ini direncanakan hanya di satu sisi yaitu arah Tambak Oso menuju Rungkut
7. Jarak bentang yang direncanakan baik *slab on pile* dan *pier head* yaitu 4 m, 6 m, dan 8 m.
8. Tinggi struktur yang direncanakan baik *slab on pile* dan *pier head* yaitu 5 m.
9. Diameter tiang pancang yang direncanakan baik *slab on pile* dan *pier head* yaitu 0.5 m dan 0.6 m.
10. Kedalaman tiang pancang baik untuk macam variasi bentang pada *slab on piles* dan *pier head* disamakan.
11. Pembebanan pada strukturnya menggunakan aturan dari Bridge Management System (BMS), RSNI T 02-2005.
12. Perhitungan pada beban gempa menggunakan aturan dari SNI 03 2833-2008.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk dapat mengetahui struktur Jalan Lingkar Luar Timur yang aman dan kuat dengan alternatif *slab on pile* atau *pier head*.
2. Untuk dapat mengetahui dimensi bentang dan kedalaman tiang pancang *slab on pile* atau *pier head* yang diperlukan pada perencanaan struktur Jalan Lingkar Luar Timur.

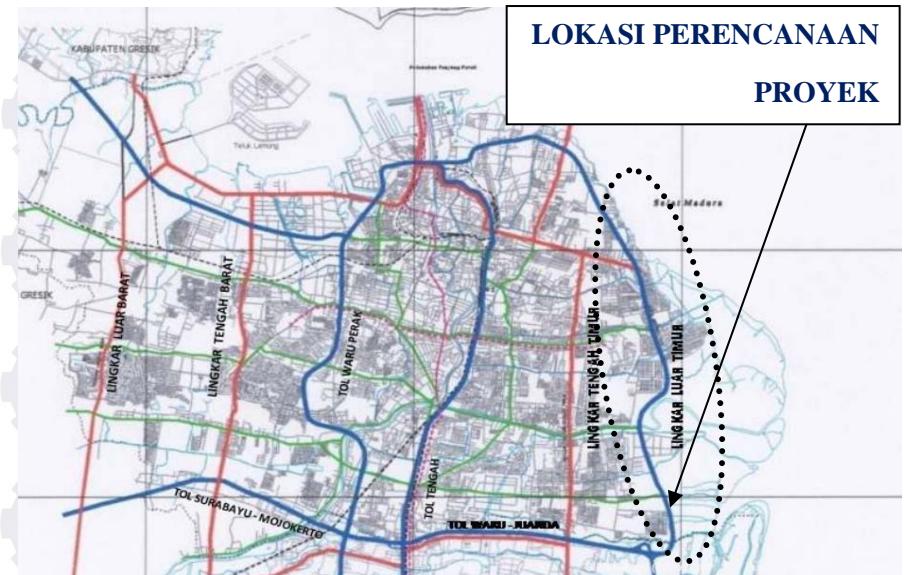
3. Untuk dapat mengetahui jumlah biaya yang diperlukan pada perencanaan struktur Jalan Lingkar Luar Timur.

1.5 Manfaat

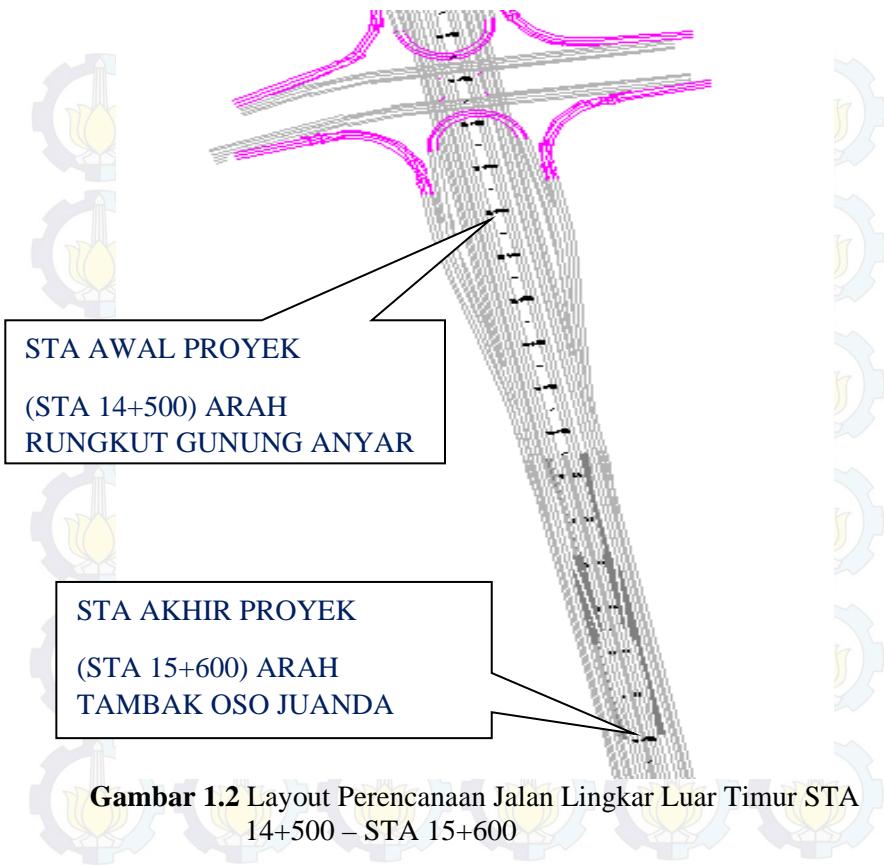
Berdasarkan permasalahan yang dibahas diatas diharapkan dapat mengetahui suatu alternatif perencanaan pondasi yang tepat dan cocok dalam perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur khususnya pada konstruksi jalan yang menggunakan tipe konstruksi jalan *elevated* dengan kondisi kawasan wilayah Rungkut Kelurahan Wonorejo yang berada dekat dengan hutan bakau atau mangrove dan sungai. Selain itu, untuk dapat mengetahui perencanaan pondasi yang aman dan kuat tetapi tetap ekonomis dan efisien untuk perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur. Sehingga dari permasalahan yang ada diatas dapat memberikan referensi bagi penulis dan pembaca dalam merencanakan perencanaan yang sejenis.

1.6 Lokasi Perencanaan

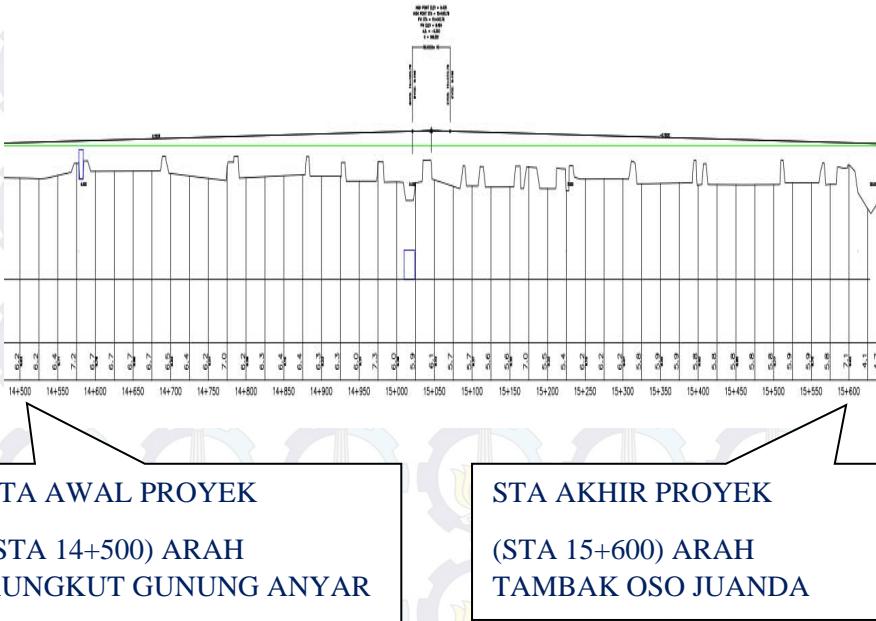
Dalam tugas akhir ini, lokasi alternatif perencanaan struktur Jalan Lingkar Luar Timur yang direncanakan sebagai bahan studi tugas akhir terletak di daerah seperti pada gambar 1.1. Sedangkan yang terdapat pada gambar 1.2 adalah layout perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur STA 14+500 – STA 15+600 yang dimulai dari arah Rungkut Gunung Anyar sebagai STA awal proyek sampai berakhir di arah Tambak Oso Juanda sebagai STA akhir proyek dan juga pada gambar 1.3 ditampilkan gambar dari potongan memanjang perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur STA 14+500 – STA 15+600.



Gambar 1.1 Lokasi Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur
Sumber : PERDA RTRW NO 3 Tahun 2007



Gambar 1.2 Layout Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur STA 14+500 – STA 15+600



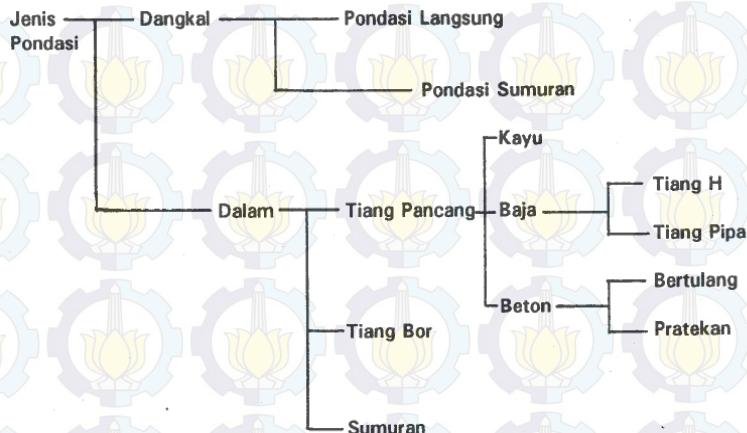
Gambar 1.3 Potongan Memanjang Perencanaan Jalan Lingkar Luar Timur STA 14+500 – STA 15+600

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pondasi

Pondasi adalah suatu bagian dari struktur yang berfungsi menyalurkan beban-beban dari struktur atas ke lapisan tanah. Pondasi juga memiliki fungsi menyalurkan beban-beban terpusat dari bangunan bawah ke dalam tanah dengan cara demikian sehingga hasil tegangan dan gerakan tanah dapat dipikul oleh struktur keseluruhan (BMS 1992 Manual Vol 1). Adapun macam pondasi yang umum dijumpai digambarkan pada gambar sebagai berikut :



Gambar 2.1 Jenis Pondasi

Sumber : Bridge Management System (BMS) 1992 Manual
Volume 1

Dalam perencanaan pondasi untuk suatu konstruksi dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi.

Adapun pemilihan tipe pondasi didasarkan atas beberapa hal antara lain :

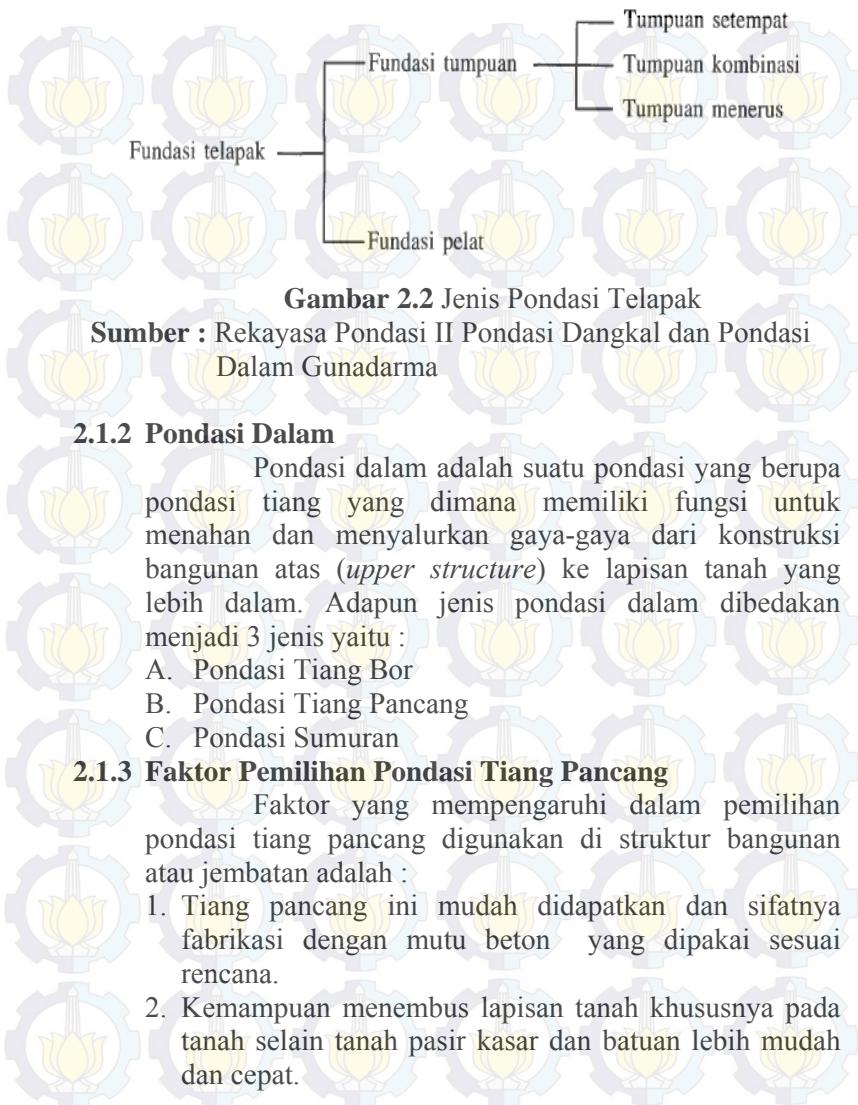
- Jenis tanah, tebal lapisan tanah, dan kedalaman tanah keras
- Muka air tanah
- Sifat aliran sungai, sifat gerusan air, dan sedimentasi
- Gaya dari konstruksi jembatan atau bangunan struktur atas
- Kapasitas daya dukung tanah dan stabilitas tanah yang mendukung pondasi
- Metode pelaksanaan konstruksi

2.1.1 Pondasi Dangkal

Menurut *Braja M. Das*, pondasi dangkal didefinisikan sebagai pondasi yang mempunyai perbandingan antara kedalaman pondasi dengan lebar pondasi sekitar kurang dari empat. Apabila perbandingan antara kedalaman pondasi dengan lebar pondasi lebih besar dari empat maka pondasi tersebut diklasifikasikan sebagai pondasi dalam. Sedangkan menurut *Terzaghi*, pondasi dangkal didefinisikan sebagai berikut :

- Apabila kedalaman pondasi lebih kecil atau sama dengan lebar pondasi, maka pondasi tersebut biasa dikatakan pondasi dangkal.
- Anggapan bahwa penyebaran tegangan pada struktur pondasi ke tanah dibawahnya yang berupa lapisan penyangga (*bearing stratum*) lebih kecil atau sama dengan lebar pondasi.

Secara umum pondasi dangkal berupa pondasi telapak yang didefinisikan sebagai pondasi yang mendukung bangunan secara langsung pada tanah pondasi, bilamana terdapat lapisan tanah yang cukup tebal dan berkualitas baik yang mampu mendukung suatu bangunan pada permukaan tanah. Adapun jenis pondasi telapak dibedakan sebagai berikut :



3. Mampu menahan pemancangan/pemukulan yang keras sehingga tidak hancur pada bagian kepala tiang saat pemancangan berlangsung.
 4. Mudah dalam pembongkaran untuk pemasangan kepala tiang.

2.1.4 Penggolongan Pondasi Tiang Pancang

- A. Menurut cara pemindahan beban tiang pancang dibagi 2 yaitu :

 1. *Point Bearing Pile (End Bearing Pile)*

1. Point Bearing Pile (End Bearing Pile)

Tiang pancang dengan tahanan ujung. Tiang ini meneruskan beban melalui tahanan ujung kelapisan tanah keras.

2. Friction Pile

- a. *Friction Pile* pada tanah dengan butir-butir tanah kasar. Tiang ini meneruskan beban ke tanah melalui geseran kulit (*skin friction*).
 - b. *Friction Pile* pada tanah dengan butir-butir yang sangat halus. Tiang ini juga meneruskan beban ke tanah melalui kulit (*skin friction*), akan tetapi pada proses pemancangan kelompok tiang tidak menyebabkan tanah diantara tiang-tiang ini menjadi “*compact*”. Karena itu tiang-tiang yang termasuk kategori ini disebut “*Floating Pile Foundation*”

2.1.5 Perhitungan Tiang Pancang

- A. Besarnya gaya yang bekerja pada sebuah tiang pancang
Gaya yang bekerja pada sebuah tiang pancang dalam sekelompok tiang pancang akibat beban-beban luar dihitung dengan perumusan :

Sumber : Daya Dukung Pondasi Dalam Herman Wahyudi 2013

Dimana :

ΣV = Jumlah beban vertikal total
 n = Banyak tiang
 M_x, M_y = Momen pada arah sumbu x dan sumbu y yang bekerja diatas poer
 x, y = Jarak dari tiang terhadap sumbu y sebagai x dan terhadap sumbu x sebagai y atau jarak dari sumbu tiang ke titik berat susunan kelompok tiang

B. Daya Dukung Aksial Tiang Pancang

Daya dukung tiang pancang direncanakan berdasarkan kekuatan bahan tiang dan kekuatan lapisan tanah. Dari kedua nilai tersebut dipilih nilai yang terkecil sebagai dasar perencanaan. Adapun perhitungan untuk kekuatan dari bahan tiang berkaitan dengan mutu bahan dan luas penampang tiang yang dipakai. Kekuatan bahan didapat dengan menggunakan rumus :

Sumber : Rekayasa Pondasi Tiang Djoko Untung 2010

Dimana :

Q_{max} = Beban yang diijinkan pada tiang pancang (kg)

= Tegangan tekan ijin bahan tiang (kg/cm^2)

A = Luas penampang tiang pancang (cm^2)

C. Daya Dukung Tiang dari Hasil Sondir

Dari hasil sondir yang memberikan data-data dalam bentuk grafik hubungan antara besarnya konus dan hambatan pelekat pada suatu kedalaman. Dengan menggunakan grafik tersebut dapat ditentukan kedalaman dari pondasi tiang yang kemudian daya dukungnya dapat ditentukan dengan perumusan sebagai berikut :

$$Q = \frac{C_A}{S_E} + \frac{JHP \cdot \phi}{S_E} \quad \dots \quad (2.3)$$

Sumber : Rekayasa Pondasi Tiang Djoko Untung 2010

Dimana :

C = Nilai konus diambil harga rata-rata dari nilai C yang berada di atas ujung tiang sampai enam 4D dibawah ujung tiang

A = Luas penampang tiang

JHP = Jumlah hambatan pelekatan

Ø = Keliling tiang

SF_1 dan SF_2 = Angka keamanan yang besarnya masing-masing 3 dan 5

D. Daya Dukung Tiang Pancang dari Hasil SPT

Perhitungan daya dukung tiang pancang berdasarkan hasil *Standard Penetration Test* (SPT) menggunakan *Metode Luciano Decourt* (1996) :

Sumber : Daya Dukung Pondasi Dalam Herman Wahyudi 2013

Dimana :

Q_L = Daya dukung tanah maximum pada pondasi

R_u = Resistance ultimate di dasar pondasi

Q_s = Resistance ultimate akibat lekatan lateral

Dimana :

N_p = Harga rata-rata SPT disekitar 4B diatas hingga 4B dibawah dasar tiang pondasi (B = diameter pondasi)

K = Koefisien karakteristik tanah

$12 \text{ t/m}^2 = 117.7 \text{ kPa}$, untuk lempung

$20 \text{ t/m}^2 = 196 \text{ kPa}$, untuk lempung berlanau

$25 \text{ t/m}^2 = 245 \text{ kPa}$, untuk pasir berlanau

$40 \text{ t/m}^2 = 392 \text{ kPa}$, untuk pasir

A_p = Luas penampang dasar tiang

q_p = Tegangan di ujung tiang

$$Q_s = q_s \times A_s = \beta (N_s/3 + 1) \times A_s \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

Q_s = Tegangan akibat lekatan lateral dalam t/m^2

N_s = Harga rata-rata sepanjang tiang yang tertanam, dengan batasan $3 \leq N \leq 50$, khusus aspek *friction*

A_s = Keliling x panjang tiang yang tertanam (luas selimut tiang)

Koefisien α dan β adalah merupakan berturut-turut *base coefficient* dan *shaft coefficient* menurut Decourt et all (1996) yang nilainya seperti Tabel 2.1 dan Tabel 2.2

Tabel 2.1 Base Coefficient α Decourt et all (1996)

Soil / Pile	Driven Pile	Bored Pile	Bored Pile (Bentonite)	Continous hollow auger	Root Pile	Injected pile (high pressure)
Clay	1.0	0.85	0.85	0.30	0.85	1.0
Intermediate Soils	1.0	0.60	0.60	0.30	0.60	1.0
Sands	1.0	0.50	0.50	0.30	0.50	1.0

Tabel 2.2 Shaft Coefficient β Decourt et all (1996)

Soil / Pile	Driven Pile	Bored Pile	Bored Pile (Bentonite)	Continous hollow auger	Root Pile	Injected pile (high pressure)
Clay	1.0	0.85	0.90	1.0	1.5	3.0
Intermediate Soils	1.0	0.65	0.75	1.0	1.5	3.0
Sands	1.0	0.50	0.60	1.0	1.5	3.0

WIKA memodifikasi rumus daya dukung tiang pancang berdasarkan hasil *Standard Penetratioan Test* (SPT) sebagai berikut :

Sumber : Rekayasa Pondasi Tiang Djoko Untung 2010

Dimana : SF = 2

N_{AV} = Nilai rata-rata SPT sepanjang tiang

2.1.6 Kontrol Kekuatan Bahan

Kontrol kekuatan bahan yang dilakukan meliputi kontrol terhadap gaya lateral, gaya momen, dan defleksi.

A. Kontrol gaya lateral

Daya dukung mendatar yang diijinkan dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

1. Free headed pile

$$\text{Hu bahan} = \frac{2 \cdot Mubahān}{(e + Zf)} \dots \dots \dots (2.9)$$

2. Fixed headed pile

$$\text{Hu bahan} = \frac{2 \cdot Mubahan}{(e + Zf)} \quad \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

Hu bahan = Ultimate lateral resistance

Ultimate lateral resistance
≡ Momen ultimate baham

= Jarak antara lateral load (H) yang bekerja dengan muka tanah

= Titik jenit

B Kontrol Gaya Momen

Kontrol momen pada tiang pancang concrete precast yang direncanakan ditentukan dengan ketentuan momen crack yang terdapat pada brosur tabel tiang pancang beton WIKA dengan ketentuan sebagai berikut:

C. Kontrol Defleksi

Besarnya *deflection horizontal* (Y) dari tiang vertikal akibat lateral loads dapat dicari dengan persamaan (Tomlinson, 1977) :

Deflection at head untuk *free-headed pile* :

$$Y = \frac{H(e + Zf)^3}{3EI} \quad \dots \dots \dots \quad (2.11)$$

Deflection at head untuk *fixed-headed pile* :

$$Y = \frac{H(e + Zf)^3}{12EI} \quad \dots \dots \dots \quad (2.12)$$

Sumber : Daya Dukung Pondasi Dalam Herman Wahyudi 2013

Dimana :

E = Elastic modulus dari material tiang pondasi

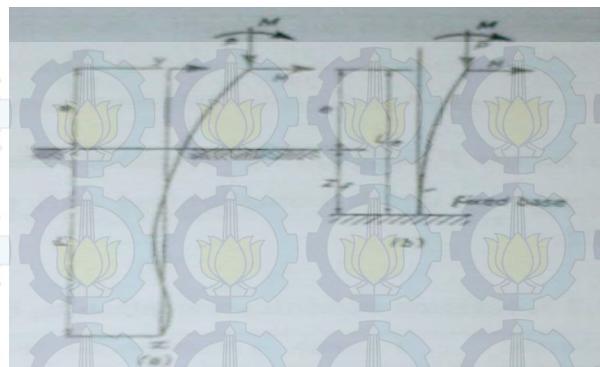
I = Momen inersia dari *cross section* tiang pondasi

2.1.7 Letak Titik Jepit Tanah Terhadap Tiang Pondasi

Ada beberapa metode untuk mencari letak *point of fixity* atau posisi titik jepit tanah terhadap sebuah tiang pondasi (Zf), diantaranya dengan perumusan sebagai berikut :

$$Zf = 1,4R \text{ Untuk } stiff \text{ over-consolidated clay} \dots \dots \quad (2.13)$$

$$Zf = 1,8 T \text{ Untuk } normally \text{ consolidated clay} \text{ dan } granular \text{ soil, atau yang mempunyai kenaikan linear harga modulus terhadap kedalaman} \dots \dots \quad (2.14)$$



Gambar 2.3 Partly-Embedded Pile & Equivalent Fixed Base Pile or Column (Tomlinson)

Sumber : Daya Dukung Pondasi Dalam Herman Wahyudi
2013

Harga-harga R atau T di atas dapat dicari dengan cara sebagai berikut :

Tabel 2.3 Tabel untuk mencari nilai R

Stiffness factor: $R = \sqrt{EJ/KB}$ (dalam satuan panjang)
dimana $K = k_s / 1,5$

Terzaghi's subgrade modulus k_s dapat diambil dari Tabel 8.1. dibawah

Consistency	Stiff	Very Stiff	Hard	
C_u	kN/m ² Tons/ft ²	100 - 200 1 - 2	200 - 400 2 - 4	> 400 > 4
Range of k_s	MN/m ³ Tons/ft ³	18 - 36 50 - 100	36 - 72 100 - 200	> 72 > 200
Recommended k_s	MN/m ³ Tons/ft ³	27 75	54 150	> 108 > 300

Sumber : Daya Dukung Pondasi Dalam Herman Wahyudi 2013

Tabel 2.4 Tabel untuk mencari nilai T

Stiffness factor $T = \sqrt{EI/n_b}$ (dalam satuan panjang)			
Harga-harga n_b untuk cohesionless soil diperoleh dari (Terzaghi)			
Relative Density	Loose	Medium Dense	Dense
n_b untuk dry atau moist soil MN/m ³ Tons/ft ³	2.5 7	7.5 21	20 56
n_b untuk submerged soil MN/m ³ Tons/ft ³	1.4 4	5 14	12 34

Sumber : Daya Dukung Pondasi Dalam Herman Wahyudi 2013

Dimana :

Untuk soft normally consolidated clay = 350 s/d 700 kN/m³ dan soft organic silts = 150 kN/m³.

- E = Modulus elastisitas YOUNG tiang
- I = Momen inersia

Bila dikaitkan dengan Le dengan $Le = e + Z_f$ dan kekuatan struktur tiang, maka besarnya P axial maksimum (P_{kritis}) terhadap “buckling” adalah

- Free-headed conditions :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{4(e+Z_f)^2} \quad \dots \dots \quad (2.15)$$

- Fixed and translating headed conditions :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 (E I)^2}{(e+Z_f)^2} \quad \dots \dots \quad (2.16)$$

Sumber : Daya Dukung Pondasi Dalam Herman Wahyudi 2013

2.1.8 Tiang Pancang Dalam Kelompok (*Pile Grup*)

A. Jarak Antara Tiang Pancang Dalam Kelompok

Jarak antara tiang pancang dalam grup tiang sangat mempengaruhi perhitungan kapasitas daya dukung dari grup tiang pancang. Pada umumnya jarak antara tiang (S) bervariasi antara yaitu :

- Jarak minimum $S = 2D$
- Jarak maksimum $S = 8D$

Tergantung dari fungsi *pile* misalnya :

- Sebagai Friction Pile; minimum $S = 3D$
- Sebagai End Bearing Pile; minimum $S = 2.5D$

Tergantung dari klasifikasi tanah yaitu :

- Jika terletak pada lapisan tanah keras; minimum $S = 3.5D$
- Jika didaerah lapis padat; minimum $S = 2D$

2.2 Pembebanan Bangunan Atas

Pada perencanaan slab beton yang perlu diperhatikan adalah beban-beban yang terjadi pada struktur tersebut. Beban-beban tersebut akan mempengaruhi besarnya dimensi dari struktur slab beton serta banyak tulangan yang digunakan. Dalam perencanaan pembebanan ini mengacu pada RSNI T02-2005 dan SNI 03 2833-2008. Berikut aks-aksi beban yang dikelompokan menurut sumber beban :

1. Beban Tetap
 - a. Berat Sendiri (MS)
 - b. Beban Mati Tambahan (MA)
2. Beban Lalu Lintas
 - a. Beban Truck (Tt)
3. Beban Lingkungan
 - a. Beban Angin (Tew)
 - b. Beban Gempa (Teq)

2.2.1 Beban Tetap

Beban tetap merupakan beban utama dalam perhitungan perencanaan slab beton. Pada perhitungan ini yang termasuk beban tetap antara lain :

Tabel 2.5 Berat Jenis untuk Beban Tetap

No.	Bahan	Berat/Satuan Isi (kN/m ³)	Kerapatan Masa (kg/m ³)
1	Campuran aluminium	26.7	2720
2	Lapisan permukaan beraspal	22.0	2240
3	Besi tuang	71.0	7200
4	Timbunan tanah dipadatkan	17.2	1760
5	Kerikil dipadatkan	18.8-22.7	1920-2320
6	Aspal beton	22.0	2240
7	Beton ringan	12.25-19.6	1250-2000
8	Beton	22.0-25.0	2240-2560
9	Beton prategang	25.0-26.0	2560-2640
10	Beton bertulang	23.5-25.5	2400-2600
11	Timbal	111	11400
12	Lempung lepas	12.5	1280
13	Batu pasangan	23.5	2400
14	Neoprin	11.3	1150
15	Pasir kering	15.7-17.2	1600-1760
16	Pasir basah	18.0-18.8	1840-1920
17	Lumpur lunak	17.2	1760
18	Baja	77.0	7850
19	Kayu (ringan)	7.8	800
20	Kayu (keras)	11.0	1120
21	Air murni	9.8	1000
22	Air garam	10.0	1025
23	Besi tempa	75.5	7680

Sumber : RSNI T02-2005

A. Berat Sendiri (MS)

Berat sendiri (*dead load*) adalah berat bahan dan bagian slab beton yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen non-struktural yang dipikulnya dan bersifat tetap.

B. Beban Mati Tambahan (MA)

Beban mati tambahan (*superimposed dead load*), adalah berat seluruh bahan menimbulkan suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non-struktural, dan mungkin besarnya berubah selama umur jembatan. Slab beton ini direncanakan mampu memikul beban tambahan seperti lapisan aspal *overlay* dan genangan air hujan.

2.2.2 Beban Lalu Lintas

Beban lalu lintas terdiri dari pembebahan lajur “D” dan pembebahan truk “T”. Pembebahan lajur “D” ditempatkan melintang pada lebar penuh dari jalan kendaraan jembatan dan menghasilkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan rangkaian kendaraan sebenarnya. Sedangkan, pembebahan truk “T” adalah kendaraan berat tunggal dengan tiga gandar yang ditempatkan dalam kedudukan sembarang pada lajur lalu lintas rencana. Pada umumnya pembebahan “D” akan menentukan untuk bentang sedang sampai panjang dan pembebahan “T” akan menentukan untuk bentang pendek dan sistem lantai.

A. Beban Lajur Terbagi Rata (BTR)

Beban terbagi rata (BTR) adalah beban lajur D bekerja pada seluruh lebar jalur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada girder yang ekivalen dengan suatu iring – iringan kendaraan yang sebenarnya. Intensitas beban D terdiri dari beban tersebar merata dan beban garis. Beban tersebar merata ($UDL = q$). Besarnya beban tersebar merata q menurut RSNI T02-2005 adalah sebagai berikut

$$L \leq 30 \text{ m} : q = 9.0 \text{ kPa} \dots \quad (2.17)$$

$$L > 30 \text{ m} : q = 9.0 \left(0.5 + \frac{15}{L} \right) \text{ kPa} \quad (2.18)$$

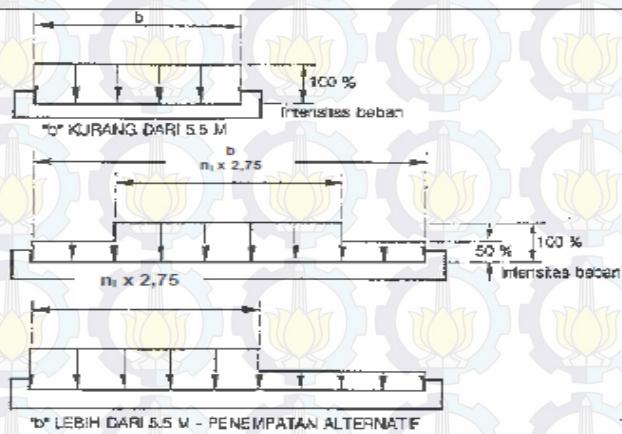
Dimana :

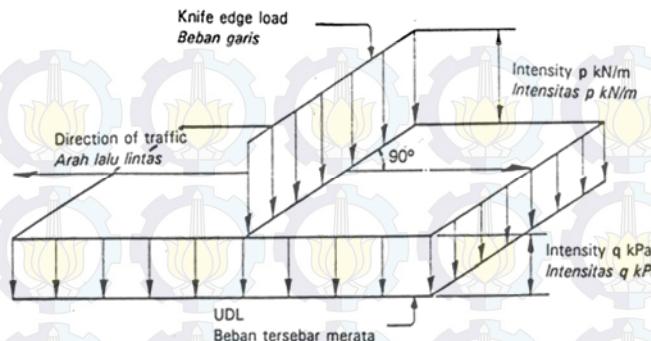
q = Intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang slab beton

L = Panjang total slab beton yang dibebani (m)

B. Beban Lajur Garis (BGT)

Beban KEL adalah beban garis yang merupakan beban berjalan di atas lantai kendaraan. Beban yang diperhitungkan adalah sebesar 49.0 kN/m. Beban KEL ini harus dikalikan dengan faktor kejut (FBD). Faktor beban dinamik (FBD) faktor beban dinamik ini dimaksudkan sebagai suatu faktor digunakan untuk mewakili faktor kejut beban dinamis.



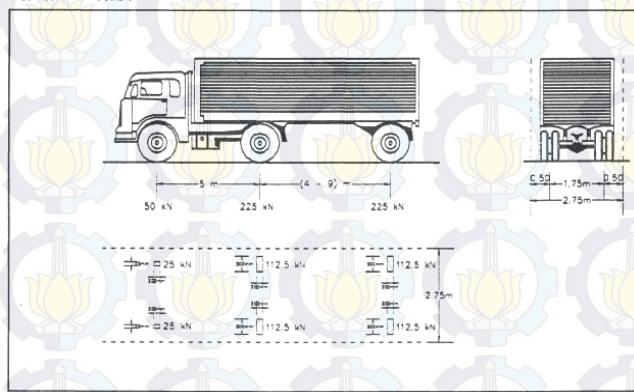


Gambar 2.4 Kedudukan Beban Lajur "D" (UDL dan KEL)

Sumber : RSNI T02-2005

C. Beban Truk "T"

Beban truk "T" adalah berat satu kendaraan berat dengan 3 as yang ditempatkan pada beberapa posisi yang digunakan untuk menganalisis pelat jalur lalu-lintas. Truk "T" harus ditempatkan di tengah lajur lalu lintas.



Gambar 2.5 Pembebanan Truk "T"

Sumber : RSNI T02-2005

Tabel 2.6 Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana

Tipe Jembatan (1)	Lebar Jalur Kendaraan (m) (2)	Jumlah Lajur Lalu lintas Rencana (n)
Satu lajur	4,0 - 5,0	1
Dua arah, tanpa median	5,5 - 8,25 11,3 - 15,0	2 (3) 4
Banyak arah	8,25 - 11,25 11,3 - 15,0 15,1 - 18,75 18,8 - 22,5	3 4 5 6

CATATAN (1) Untuk jembatan tipe lain, jumlah lajur lalu lintas rencana harus ditentukan oleh Instansi yang berwenang.

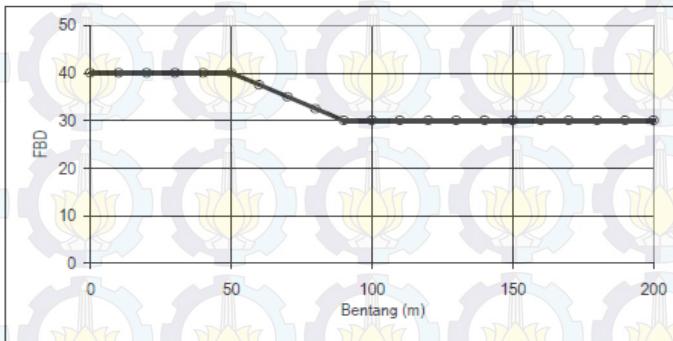
CATATAN (2) Lebar jalur kendaraan adalah jarak minimum antara kerb atau rintangan untuk satu arah atau jarak antara kerb/rintangan/median dengan median untuk banyak arah.

CATATAN (3) Lebar minimum yang aman untuk dua-lajur kendaraan adalah 6,0 m. Lebar jembatan antara 5,0 m sampai 6,0 m harus dihindari oleh karena hal ini akan memberikan kesan kepada pengemudi seolah-olah memungkinkan untuk menyiap.

Sumber : RSNI T02-2005

D. Faktor Beban Dinamik

Faktor beban dinamik merupakan interaksi antara kendaraan yang bergerak dengan jembatan. Faktor beban dinamik (FBD) berlaku pada beban garis KEL lajur “D” dan beban truk “T” untuk simulasi kejut dan kendaraan bergerak pada struktur jembatan.

**Gambar 2.6** Faktor Beban Dinamik untuk BT Pembebanan Lajur “D”**Sumber : RSNI T02-2005**

2.2.3 Beban Lingkungan

A. Beban Angin

Gaya nominal dan daya layan jembatan akibat angin tergantung kecepatan angin rencana sebagai berikut :

$$T_{EW} = 0.0006 C_w (V_w)^2 A_b \text{ (kN)} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

V_w = Kecepatan angin rencana (m/s) untuk keadaan batas yang ditinjau

C_w = Koefisien seret

A_b = Luas koefisien bagian samping slab beton (m^2)

Apabila suatu kendaraan sedan berada diatas jembatan, beban garis merata tambahan arah horizontal harus diterapkan pada permukaan lantai seperti diberikan dengan rumus :

$$T_{EW} = 0.0012 C_w (V_w)^2 A_b \text{ (kN)} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana :

$C_w = 1.2$

Tabel 2.7 Koefisien Seret C_w

Tipe Jembatan	C_w
Bangunan atas masif: (1), (2)	
$b/d = 1.0$	2.1 (3)
$b/d = 2.0$	1.5 (3)
$b/d \geq 6.0$	1.25 (3)
Bangunan atas rangka	1.2
CATATAN (1) b = lebar keseluruhan jembatan dihitung dari sisi luar sandaran d = tinggi bangunan atas, termasuk tinggi bagian sandaran yang masif	
CATATAN (2) Untuk harga antara dari b/d bisa diinterpolasi linier	
CATATAN (3) Apabila bangunan atas mempunyai superelevasi, C_w harus dinaikkan sebesar 3 % untuk setiap derajat superelevasi, dengan kenaikan maksimum 2,5 %	

Sumber : RSNI T02-2005

Tabel 2.8 Kecepatan Angin Rencana V_w

Keadaan Batas	Lokasi	
	Sampai 5 km dari pantai	> 5 km dari pantai
Daya layan	30 m/s	25 m/s
Ultimit	35 m/s	30 m/s

Sumber : RSNI T02-2005

B. Beban Gempa

Beban rencana gempa minimum diperoleh dari rumus:

Dimana

$$K_h = C \times S$$

T_{EQ} = Gaya geser dasar total dalam arah yang ditinjau (ton)

K_h = Koefisien beban gempa horizontal

I = Faktor kepentingan

W_T = Berat total nominal bangunan (ton)

C = Koefisien geser dasar

S = Faktor tipe bangunan

Dalam perencanaan ja

Dalam perencanaan jalan lingkar luar timur ini, pada struktur *slab on piles* dan *pier head* terletak pada zona gempa wilayah 4 berdasarkan dari peta gempa SNI 03 2833-2008. Pada perhitungan ini akan dihitung elastisitas dari struktur ini seperti di bawah ini

$$C_{elastis} = \frac{1.2 \times A_{ns}}{2} \leq 2.5 \times A \quad \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana ·

A = Akselerasi puncak di batuan dasar (g)

S = Koefisien tanah

T = Periode alami struktur (detik)

Pada perencanaan jalan lingkar luar timur ini, pada struktur *slab on piles* dan *pier head* metode yang digunakan adalah metode spektral mode majemuk

sehingga periode alami struktur dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\mu_0 \times g \times \alpha}} \quad \dots \dots \dots \quad (2.23)$$

Dimana :

T = Periode alami struktur (detik)

P_0 = Satuan gaya seragam virtual (1 kN/m)

$=$ Gaya gravitasi (9.8 m/det^2)

α, γ = Perumusan ekspresi akibat satuan gaya virtual (m^2):

$$\alpha = \int V_s(x) dx \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\beta = \int W_e(x)V_s(x)dx \text{ (ton.m)}$$

$$\gamma = \int W_k(x) V_k(x)^2 dx \text{ (ton.m}^2\text{)}$$

Dimana :

$$V_s(x) = \text{Profil simpangan akibat } p_0 \\ \equiv (p_0 x L) / (n x k)$$

P_0 = Satuan gaya seragam virtual (1 kN/m)

W(x) = Distribusi berat mati sistem per satuan panjang (**kN/m**)



Gambar 2.7 Wilayah Gempa Indonesia periode ulang 500 tahun

2.2.4 Kombinasi Pembebanan

Dalam RSNI T02-2005 pada kombinasi pembebanan dijelaskan bahwa seluruh pengaruh aksi rencana harus mengambil faktor beban yang sama, apakah itu biasa atau terkurangi. Keadaan paling berbahaya yang harus diambil, maka ditentukan beberapa kombinasi beban untuk beban rencana pada *Slab on piles* dan *Pier head*, yaitu

Tabel 2.9 Kombinasi Beban Umum untuk Keadaan Batas Kelayanan dan Ultimate

Aksi	Kelayanan						Ultimit					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Aksi Permanen :												
Berat sendiri	X											
Beban mati tambahan		X										
Susut rangak			X									
Pratekan				X								
Pengaruh beban tetap pelaksanaan					X							
Tekanan tanah						X						
Penurunan							X					X
Aksi Transien :												
Beban lajur "D" atau beban truk "T"	X	o	o	o	o		X	o	o	o	o	
Gaya rem atau gaya sentrifugal	X	o	o	o	o		X	o	o	o	o	
Beban pejalan kaki		X						X				
Gesekan perlentakan	o	o	X	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Pengaruh suhu	o	o	X	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Airan / hanyutan / batang kayu dan hidrostatisik / apung	o		o	X	o	o	o	o	X	o		o
Beban angin			o	o	X	o	o	o	o	X		o
Aksi Khusus :												X
Gempa												
Beban tumbukan												
Pengaruh getaran	X	X										
Beban pelaksanaan							X					X

* "X" berarti beban yang selalu aktif
 * "o" berarti beban yang tidak dikombinasikan dengan beban aktif, tunggal atau seperti ditunjukkan.

(1) = aksi permanen "X" KBL + beban aktif "Y" KBL + 1 beban "o" KBL
 (2) = aksi permanen "X" KBL + beban aktif "Y" KBL + 1 beban "o" KBL + 0,7 beban "o" KBL
 (3) = aksi permanen "X" KBL + beban aktif "Y" KBL + 1 beban "o" KBL + 0,5 beban "o" KBL + 0,5 beban "o" KBL

Aksi permanen "X" KBU + beban aktif "Y" KBU + 1 beban "o" KBL

Sumber : RSNI T02-2005

2.3 Penulangan pada Slab on piles dan Pier Head

Perhitungan penulangan pada *slab on piles* dan *pier head* menggunakan rumus yang sama pada penulangan struktur beton bertulang seperti berikut:

$$\rho_b = \left(\frac{0.85 \cdot \beta \cdot f_y}{f_y} \right) \times \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad (2.24)$$

Dengan nilai $\beta = 0.85$ untuk $f'_c = 30$ Mpa atau \leq dari 30 Mpa, dan apabila nilai $f'_c >$ dari 30 Mpa maka akan direduksi sebesar 0.05 setiap peningkatan sebesar 7 Mpa

$$\rho_{maks} = 0.75 \times \rho_b \quad (2.25)$$

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} \quad (2.26)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \times \left\{ 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y} \right)} \right\} \quad (2.27)$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_{u,c}} \quad \dots \dots \dots (2.28)$$

$$R_n = \frac{M_n}{p_n d_n} \quad (2.29)$$

$$n = \frac{As}{\text{Zwischenkeren 1 zwangen}} \quad \dots \dots \dots \quad (2.31)$$

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI

ANALISA BIAYA

6.1 Umum

Dalam bab ini akan membahas mengenai rincian biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan pekerjaan jalan lingkar luar timur sepanjang 1100 m dengan menggunakan alternatif baik konstruksi *slab on piles* dan *pier head*.

6.2 Harga Material Upah dan Bahan

Harga material, upah, dan bahan didapat dari "Analisa Harga Satuan Pekerjaan Tahun 2014". Berikut ini rincian harga material, upah, dan sewa peralatan yang disajikan dalam **tabel 6.1, 6.2, dan 6.3**.

6.3 Analisa Harga Satuan

Rincian analisa harga satuan pekerjaan alternatif *slab on piles* dan *pier head* disajikan dalam **tabel 6.4**.

Tabel 6.1 Harga Material

No	Jenis Material	Satuan	Harga Satuan (Rp.)
1	Semen PC 50 kg	sak	58,900
2	Beton ready mix K-350	m ³	650,000
3	Pasir cor	m ³	159,000
4	Batu pecah mesin 2/3	m ³	183,000
5	Kawat bendrat	kg	16,500
6	Besi beton ulir	kg	13,000
7	Kayu bekisting	m'	64,100
8	Multiplex 12 mm	lembar	151,500
9	Paku	kg	18,700
10	Kawat las	kg	49,900
11	Baut Stainless Steel 2.5"	kg	11,000
12	Tiang Pancang Beton D50 cm, tebal = 10 cm , panjang 6 m	buah	2,400,000
13	Tiang Pancang Beton D60 cm, tebal = 10 cm , panjang 6 m	buah	2,500,000
14	Pelat baja	kg	9,000
15	Baja profil C 75 x 45 x 2.3	kg	8,800
16	Pelumas / grease	ltr	22,500
17	Solar	ltr	8,500
18	Oli	ltr	23,000
19	Cat anti karat besi	kg	36,900
20	Cat kayu	kg	38,500
21	Minyak Cat	ltr	36,900

Tabel 6.2 Harga Upah

No	Jenis Tenaga Kerja	Satuan	Harga Satuan (Rp.)
1	Mandor	org/jam	70,000
2	Pekerja	org/jam	50,000
3	Kepala tukang	org/jam	65,000
4	Tukang	org/jam	60,000
5	Operator	org/jam	125,000
6	Pembantu operator	org/jam	75,000
7	Sopir	org/jam	75,000
8	Tukang las	org/jam	65,000
9	Penjaga malam	org/jam	70,000

Tabel 6.3 Harga Sewa Peralatan dan Kendaraan

No	Jenis Alat	Satuan	Harga Satuan (Rp.)
1	Truk trailer kapasitas 30 ton	jam	197,000
2	Truk tangki air	jam	89,000
3	Generator 150 kVA	jam	550,000
4	Crawler crane	jam	130,000
5	Concrete vibrator	jam	15,000
6	Concrete pump	jam	23,000
7	Concrete cutter	jam	80,000
8	Mesin las	jam	15,000

Tabel 6.4 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp)
1	1 m ³ Beton K - 350 ready mix				
a	Bahan				
	Beton ready mix K-350	1	m ³	650,000	650,000
b	Alat				
	Concrete pump	0.5	jam	23,000	11,500
	Vibrator	0.17	jam	15,000	2,550
c	Upah				
	Mandor	0.3	org/jam	70,000	21,000
	Pekerja	3	org/jam	50,000	150,000
	Kepala Tukang	0.1	org/jam	65,000	6,500
	Tukang	1	org/jam	60,000	60,000
				<i>Total Biaya</i>	<i>901,550</i>
2	10 m ² bekisting dan bongkarang untuk 1 m ² beton				
a	Bahan				
	Multiplex 12 mm	3.5	lembar	151,500	530,250
	Papan kayu kelas II	0.4	m ²	64,100	25,640
	Paku	4	kg	18,700	74,800
b	Upah				
	Mandor	2	org/jam	70,000	140,000
	Pekerja	0.5	org/jam	50,000	25,000
	Kepala Tukang	5	org/jam	65,000	325,000
	Tukang	0.1	org/jam	60,000	6,000
				<i>Total Biaya</i>	<i>1,126,690</i>

Lanjutan tabel 6.4

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp)
3	100 kg pembesian				
a	Bahan				
	Besi tulangan	120	kg	13,000	1,560,000
	Kawat bendarat	2	kg	16,500	33,000
b	Upah				
	Mandor	0.3	org/jam	70,000	21,000
	Pekerja	0.8438	org/jam	50,000	42,190
	Kepala Tukang	0.2813	org/jam	65,000	18,285
	Tukang	0.8438	org/jam	60,000	50,628
				Total Biaya	1,725,103
4	1 m ³ Beton K - 350 untuk pengisian tiang				
a	Bahan				
	Beton ready mix K-350	1	m ³	650,000	650,000
	Bekisting	0.6	m ³	120,000	72,000
	Pembesian	80	kg	18,000	1,440,000
				Total Biaya	2,163,000
5	1 m ³ Beton K - 350 untuk poer tunggal				
a	Bahan				
	Beton ready mix K-350	1	m ³	650,000	650,000
	Bekisting	0.6	m ³	120,000	72,000
	Pembesian	80	kg	18,000	1,440,000
				Total Biaya	2,162,000
6	1 m ³ Beton K - 350 untuk plat				
a	Bahan				
	Beton ready mix K-350	1	m ³	650,000	650,000
	Bekisting	0.6	m ³	120,000	72,000
	Pembesian	80	kg	12,000	960,000
				Total Biaya	1,682,000

Lanjutan tabel 6.4

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp)
7	Pemancangan tiang				
7.1	Biaya 1 unit crawler crane				
a	Bahan				
	Oli	5	ltr	23,000	115,000
	Solar	200	ltr	8,500	1,700,000
b	Upah				
	Operator	1	org/jam	125,000	125,000
	Pembantu operator	2	org/jam	75,000	150,000
c	Alat				
	Crawler crane	1	jam	140,000	140,000
				Biaya 1 unit crawler crane per tiang (A)	2,230,000
7.2	Biaya 1 unit alat pancang				
a	Bahan				
	Oli	4	ltr	23,000	92,000
	Solar	200	ltr	8,500	1,700,000
b	Upah				
	Operator	1	org/jam	125,000	125,000
	Pembantu operator	2	org/jam	75,000	150,000
	Pekerja	2	org/jam	50,000	100,000
c	Alat				
				Biaya 1 unit alat pancang per hari (B)	2,167,000
				Biaya pemancangan per hari = A+B	4,397,000
<i>Panjang pemancangan tiang per hari</i>					
-	Tiang tegak 2.5 buah x panjang tiang (L)	37	m		
<i>Biaya pemancangan per meter</i>					
-	Tiang tegak (A+B)/L				118,838

Lanjutan tabel 6.4

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp)
8	Penyambungan tiang beton				
a	Bahan				
	Kawat las	3	kg	49,900	149,700
b	Upah				
	Mandor	0.2	org/jam	70,000	14,000
	Tukang las	1	org/jam	65,000	65,000
	Pekerja	0.5	org/jam	50,000	25,000
c	Alat				
	Mesin las	1.5	jam	15,000	22,500
				Total Biaya	276,200

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp)
9	Pemasangan tiang beton				
a	Upah				
	Mandor	0.1	org/jam	70,000	7,000
	Tukang las	1.25	org/jam	65,000	81,250
	Pekerja	0.5	org/jam	50,000	25,000
b	Alat				
	Concrete cutter	0.5	jam	80,000	40,000
				Total Biaya	153,250

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp)
10	Pembuatan sepatu tiang pancang				
a	Bahan				
	Pelat baja	100	kg	9,000	900,000
b	Upah				
	Mandor	0.1	org/jam	70,000	7,000
	Kepala Tukang	0.45	org/jam	65,000	29,250
	Tukang las	2	org/jam	65,000	130,000
	Pekerja	1	org/jam	50,000	50,000
c	Alat				
	Mesin las	2	jam	15,000	30,000
				Total Biaya	1,146,250

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp)
11	Perancah (klem)				
a	Bahan				
	Profil baja C 75 x 45 x 2.3	5.95	kg	10,000	59,500
	Pelat baja	39.92	kg	9,000	359,280
	Kawat Las	0.25	kg		
b	Upah				
	Mandor	0.1	org/jam	70,000	7,000
	Tukang las	0.01	org/jam	65,000	650
	Pekerja	2	org/jam	50,000	100,000
c	Alat				
	Mesin las	0.045	jam	15,000	675
				Total Biaya	527,105

6.4 Rencana Anggaran Biaya *Slab on Piles*

Rencana anggaran biaya ini dihitung berdasarkan kondisi yang berbeda. Berdasarkan pemilihan masing-masing diameter yang digunakan untuk tiap pemilihan jarak pemancangan.

- Kondisi I - SoP : Diameter tiang 0.5 m jarak 4 m
- Kondisi II - SoP : Diameter tiang 0.6 m jarak 4 m
- Kondisi III - SoP : Diameter tiang 0.5 m jarak 6 m
- Kondisi IV - SoP : Diameter tiang 0.6 m jarak 6 m

Tabel 6.5 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Persiapan

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Pekerjaan Persiapan		L.s		
2	Pembersihan Lapangan	1	L.s	7,000,000	7,000,000
3	Pengukuran dan penetapan	1	L.s	15,000,000	15,000,000
4	Mobilisasi dan demobilisasi	1	L.s	18,000,000	18,000,000
5	Direksi keet	1	L.s	20,000,000	20,000,000
<i>Total biaya</i>					60,000,000

Tabel 6.6 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan *Slab on Piles*
Kondisi I - SoP

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Pengadaan tiang pancang beton D = 50 cm	4950	bah	2,400,000	11,880,000,000
2	Pemancangan tiang tegak	4950	bah	153,250	758,587,500
3	Penyambungan tiang (sambungan poer dan tiang pancang)	1650	bah	276,200	455,730,000
4	Pemotongan tiang	3300	bah	87,000	287,100,000
5	Pelat lantai beton	9900	m ³	901,550	8,925,345,000
6	Poer beton tunggal (120 cm x 120 cm)	475.2	m ³	901,550	428,416,560
7	Beton isi tiang	11107.8	m ³	901,550	10,014,237,090
8	Perancah	3300	bah	527,105	1,739,446,500
<i>Total Biaya</i>					34,488,862,650

Tabel 6.7 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan *Slab on Piles*
Kondisi II - SoP

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Pengadaan tiang pancang beton D = 60 cm	4950	buah	2,500,000	12,375,000,000
2	Pemanangan tiang tegak	4950	buah	153,250	75,587,500
3	Penyambungan tiang (sambungan poer dan tiang pancang)	1650	buah	276,200	455,730,000
4	Pemotongan tiang	3300	buah	87,000	287,100,000
5	Pelat lantai beton	9900	m ³	901,550	8,925,345,000
6	Poer beton tunggal (120 cm x 120 cm)	475,2	m ³	901,550	428,416,560
7	Beton isi tiang	16493,4	m ³	901,550	14,869,624,770
8	Perancah	3300	buah	527,105	1,739,446,500
<i>Total Biaya</i>					39,839,250,330

Tabel 6.8 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan *Slab on Piles*
Kondisi III - SoP

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Pengadaan tiang pancang beton D = 50 cm	5460	buah	2,400,000	13,104,000,000
2	Pemanangan tiang tegak	5460	buah	153,250	836,745,000
3	Penyambungan tiang (sambungan poer dan tiang pancang)	1820	buah	276,200	502,684,000
4	Pemotongan tiang	3640	buah	87,000	316,680,000
5	Pelat lantai beton	9900	m ³	901,550	8,925,345,000
6	Poer beton tunggal (120 cm x 120 cm)	524,16	m ³	901,550	472,556,448
7	Beton isi tiang	13693,68	m ³	901,550	12,345,537,204
8	Perancah	3640	buah	527,105	1,918,662,200
<i>Total Biaya</i>					38,422,209,852

Tabel 6.9 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan *Slab on Piles*
Kondisi IV - SoP

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Pengadaan tiang pancang beton D = 60 cm	5460	buah	2,500,000	13,650,000,000
2	Pemanangan tiang tegak	5460	buah	153,250	836,745,000
3	Penyambungan tiang (sambungan poer dan tiang pancang)	1820	buah	276,200	502,684,000
4	Pemotongan tiang	3640	buah	87,000	316,680,000
5	Pelat lantai beton	9900	m ³	901,550	8,925,345,000
6	Poer beton tunggal (120 cm x 120 cm)	524,16	m ³	901,550	472,556,448
7	Beton isi tiang	20333,04	m ³	901,550	18,331,257,212
8	Perancah	3640	buah	527,105	1,918,662,200
<i>Total Biaya</i>					44,953,924,860

6.5 Rekapitulasi Anggaran Biaya *Slab on Piles*

Tabel 6.10 Rekapitulasi RAB Kondisi I - SoP

No	Uraian	Total (Rp)
1	Pekerjaan persiapan	60,000,000
2	Pekerjaan tiang pancang, pelat, dan poer	34,488,862,650
	<i>Jumlah total</i>	34,488,862,650
	<i>PPN 10%</i>	3,454,886,265
	<i>Total +PPN</i>	38,003,748,915
	<i>Jumlah akhir (dibulatkan)</i>	38,004,000,000

Tabel 6.11 Rekapitulasi RAB Kondisi II - SoP

No	Uraian	Total (Rp)
1	Pekerjaan persiapan	60,000,000
2	Pekerjaan tiang pancang, pelat, dan poer	39,839,250,330
	<i>Jumlah total</i>	39,899,250,330
	<i>PPN 10%</i>	3,989,925,033
	<i>Total +PPN</i>	43,889,175,363
	<i>Jumlah akhir (dibulatkan)</i>	43,890,000,000

Tabel 6.12 Rekapitulasi RAB Kondisi III -SoP

No	Uraian	Total (Rp)
1	Pekerjaan persiapan	60,000,000
2	Pekerjaan tiang pancang, pelat, dan poer	38,422,209,852
	<i>Jumlah total</i>	38,482,209,852
	<i>PPN 10%</i>	3,848,220,985
	<i>Total +PPN</i>	42,330,430,837
	<i>Jumlah akhir (dibulatkan)</i>	42,331,000,000

Tabel 6.13 Rekapitulasi RAB Kondisi IV - SoP

No	Uraian	Total (Rp)
1	Pekerjaan persiapan	60,000,000
2	Pekerjaan tiang pancang, pelat, dan poer	44,953,924,860
	<i>Jumlah total</i>	45,013,924,860
	<i>PPN 10%</i>	4,501,392,486
	<i>Total +PPN</i>	49,515,317,346
	<i>Jumlah akhir (dibulatkan)</i>	49,516,000,000

6.6 Rencana Anggaran Biaya *Pier Head*

Rencana anggaran biaya ini dihitung berdasarkan kondisi yang berbeda. Berdasarkan pemilihan masing-masing diameter yang digunakan untuk tiap pemilihan jarak pemancangan.

- Kondisi I - PH : Diameter tiang 0.5 m jarak 4 m 5D
- Kondisi II - PH : Diameter tiang 0.6 m jarak 4 m 5D
- Kondisi III - PH : Diameter tiang 0.5 m jarak 6 m 5D
- Kondisi IV - PH : Diameter tiang 0.6 m jarak 6 m 5D
- Kondisi V - PH : Diameter tiang 0.5 m jarak 4 m 8D
- Kondisi VI - PH : Diameter tiang 0.6 m jarak 4 m 8D

Tabel 6.14 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Persiapan

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Pekerjaan Persiapan		L.s		
2	Pembersihan Lapangan	1	L.s	7,000,000	7,000,000
3	Pengukuran dan penetapan	1	L.s	15,000,000	15,000,000
4	Mobilisasi dan demobilisasi	1	L.s	18,000,000	18,000,000
5	Direksi keet	1	L.s	20,000,000	20,000,000
<i>Total biaya</i>					60,000,000

Tabel 6.15 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan *Pier Head*
Kondisi I - PH

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Pengadaan tiang pancang beton D = 50 cm	9900	buah	2,400,000	23,760,000,000
2	Pemancangan tiang tegak	9900	buah	153,250	1,517,175,000
3	Penyambungan tiang (sambungan pier dan tiang pancang)	3300	buah	276,200	911,460,000
4	Pemotongan tiang	6600	buah	87,000	574,200,000
5	Pelat lantai beton	9900	m ³	901,550	8,925,345,000
6	Pier head (120 cm x 60 cm)	5940	m ³	901,550	5,355,207,000
7	Beton isi tiang	24829,2	m ³	901,550	22,384,765,260
8	Perancah	1650	buah	527,105	869,723,250
<i>Total Biaya</i>					64,297,875,510

Tabel 6.16 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan *Pier Head*
Kondisi II - PH

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Pengadaan tiang pancang beton D = 60 cm	8250	buah	2,500,000	20,625,000,000
2	Pemancangan tiang tegak	8250	buah	153,250	1,264,312,500
3	Penyambungan tiang (sambungan poer dan tiang pancang)	2750	buah	276,200	759,550,000
4	Pemotongan tiang	5500	buah	87,000	478,500,000
5	Pelat lantai beton	9900	m ³	901,550	8,925,345,000
6	Pier head (120 cm x 60 cm)	5940	m ³	901,550	5,355,207,000
7	Beton isi tiang	30723	m ³	901,550	27,698,320,650
8	Perancah	1650	buah	527,105	869,723,250
<i>Total Biaya</i>					65,975,958,400

**Tabel 6.17 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Pier Head
Kondisi III - PH**

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Pengadaan tiang pancang beton D = 50 cm	6552	buah	2,400,000	15,724,800,000
2	Pemancangan tiang tegak	6552	buah	153,250	1,004,094,000
3	Penyambungan tiang (sambungan poer dan tiang pancang)	2184	buah	276,200	603,220,800
4	Pemotongan tiang	4368	buah	87,000	380,016,000
5	Pelat lantai beton	9900	m ³	901,550	8,925,345,000
6	Pier head (120 cm x 60 cm)	3931.2	m ³	901,550	3,544,173,360
7	Beton isi tiang	19891.87	m ³	901,550	17,933,515,399
8	Perancah	1092	buah	527,105	575,598,660
<i>Total Biaya</i>					48,690,763,219

**Tabel 6.18 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Pier Head
Kondisi IV - PH**

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Pengadaan tiang pancang beton D = 60 cm	5460	buah	2,500,000	13,650,000,000
2	Pemancangan tiang tegak	5460	buah	153,250	836,745,000
3	Penyambungan tiang (sambungan poer dan tiang pancang)	1820	buah	276,200	502,684,000
4	Pemotongan tiang	3640	buah	87,000	316,680,000
5	Pelat lantai beton	9900	m ³	901,550	8,925,345,000
6	Pier head (120 cm x 60 cm)	3931.2	m ³	901,550	3,544,173,360
7	Beton isi tiang	24613.68	m ³	901,550	22,190,463,204
8	Perancah	1092	buah	527,105	575,598,660
<i>Total Biaya</i>					50,541,689,224

**Tabel 6.19 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Pier Head
Kondisi V - PH**

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Pengadaan tiang pancang beton D = 50 cm	6600	buah	2,400,000	15,840,000,000
2	Pemancangan tiang tegak	6600	buah	153,250	1,011,450,000
3	Penyambungan tiang (sambungan pier dan tiang pancang)	2200	buah	276,200	607,640,000
4	Pemotongan tiang	4400	buah	87,000	382,800,000
5	Pelat lantai beton	9900	m ³	901,550	8,925,345,000
6	Pier head (120 cm x 60 cm)	5940	m ³	901,550	5,355,207,000
7	Beton isi tiang	16552.8	m ³	901,550	14,923,176,840
8	Perancah	1650	buah	527,105	869,723,250
<i>Total Biaya</i>					47,915,342,090

Tabel 6.20 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan *Pier Head*
Kondisi VI - PH

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Pengadaan tiang pancang beton D = 60 cm	5775	buh	2,500,000	14,437,500,000
2	Pemanangan tiang tegak	5775	buh	153,250	885,018,750
3	Penyambungan tiang (sambungan pier dan tiang pancang)	1925	buh	276,200	531,685,000
4	Pemotongan tiang	3850	buh	87,000	334,950,000
5	Pelat lantai beton	9900	m ³	901,550	8,925,345,000
6	Pier head (120 cm x 60 cm)	5940	m ³	901,550	5,355,207,000
7	Beton isi tiang	21506,1	m ³	901,550	19,388,824,455
8	Perancah	1650	buh	527,105	869,723,250
<i>Total Biaya</i>					50,728,253,455

6.7 Rekapitulasi Anggaran Biaya *Pier Head*

Tabel 6.21 Rekapitulasi RAB Kondisi I - PH

No	Uraian	Total (Rp)
1	Pekerjaan persiapan	60,000,000
2	Pekerjaan tiang pancang, pelat, dan pier	64,297,875,510
	<i>Jumlah total</i>	64,357,875,510
	<i>PPN 10%</i>	6,435,787,551
	<i>Total +PPN</i>	70,793,663,061
	<i>Jumlah akhir (dibulatkan)</i>	70,794,000,000

Tabel 6.22 Rekapitulasi RAB Kondisi II - PH

No	Uraian	Total (Rp)
1	Pekerjaan persiapan	60,000,000
2	Pekerjaan tiang pancang, pelat, dan pier	65,975,958,400
	<i>Jumlah total</i>	66,035,958,400
	<i>PPN 10%</i>	6,603,595,840
	<i>Total +PPN</i>	72,639,554,240
	<i>Jumlah akhir (dibulatkan)</i>	72,640,000,000

Tabel 6.23 Rekapitulasi RAB Kondisi III - PH

No	Uraian	Total (Rp)
1	Pekerjaan persiapan	60,000,000
2	Pekerjaan tiang pancang, pelat, dan pier	48,690,763,219
	<i>Jumlah total</i>	48,750,763,219
	<i>PPN 10%</i>	4,875,076,322
	<i>Total +PPN</i>	53,625,839,540
	<i>Jumlah akhir (dibulatkan)</i>	53,626,000,000

Tabel 6.24 Rekapitulasi RAB Kondisi IV - PH

No	Uraian	Total (Rp)
1	Pekerjaan persiapan	60,000,000
2	Pekerjaan tiang pancang, pelat, dan pier	50,541,689,224
	<i>Jumlah total</i>	50,601,689,224
	<i>PPN 10%</i>	5,060,168,922
	<i>Total +PPN</i>	55,661,858,146
	<i>Jumlah akhir (dibulatkan)</i>	55,662,000,000

Tabel 6.25 Rekapitulasi RAB Kondisi V - PH

No	Uraian	Total (Rp)
1	Pekerjaan persiapan	60,000,000
2	Pekerjaan tiang pancang, pelat, dan pier	47,915,342,090
	<i>Jumlah total</i>	47,975,342,090
	<i>PPN 10%</i>	4,797,534,209
	<i>Total +PPN</i>	52,772,876,299
	<i>Jumlah akhir (dibulatkan)</i>	52,773,000,000

Tabel 6.26 Rekapitulasi RAB Kondisi VI - PH

No	Uraian	Total (Rp)
1	Pekerjaan persiapan	60,000,000
2	Pekerjaan tiang pancang, pelat, dan pier	50,728,253,455
	<i>Jumlah total</i>	50,788,253,455
	<i>PPN 10%</i>	5,078,825,346
	<i>Total +PPN</i>	55,867,078,801
	<i>Jumlah akhir (dibulatkan)</i>	55,868,000,000

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dalam studi pada tugas akhir ini diperoleh hasil kesimpulan yaitu :

1. Terdapat beberapa alternatif desain pada perencanaan jalan lingkar luar timur yaitu dengan *slab on piles* berdasarkan jarak tiang dan diameter yang dapat digunakan yang telah memenuhi syarat untuk kontrol momen, gaya aksial, gaya horizontal, lendutan, retak, dan kekuatan bahan.

Tabel 7.1 Alternatif Desain yang Dapat Dipakai

Bentang (m)	Diameter Tiang Pancang (cm)	Kontrol Lendutan	Kontrol Retak	Kontrol Kekuatan Bahan	
4	ø 50	OK	OK	OK	
	ø 60				
6	ø 50	OK	OK	OK	
	ø 60				
Bentang (m)	Diameter Tiang Pancang (cm)	Kontrol Momen	Kontrol Gaya Aksial	Kontrol Gaya Horizontal	Dapat digunakan
4	ø 50	OK	OK	OK	OK
	ø 60	OK	OK	OK	OK
6	ø 50	OK	OK	OK	OK
	ø 60	OK	OK	OK	OK

2. Terdapat beberapa alternatif desain pada perencanaan jalan lingkar luar timur yaitu dengan *pier head* berdasarkan jarak tiang dan diameter yang dapat digunakan yang telah memenuhi syarat untuk kontrol momen, gaya aksial, gaya horizontal, lendutan, retak, dan kekuatan bahan.

Tabel 7.2 Alternatif Desain yang Dapat Dipakai

Bentang (m)	Jarak Antar Tiang	Diameter Tiang Pancang (cm)	Kontrol Lendutan	Kontrol Retak	Kontrol Kekuatan Bahan	
4	SD	ø 50	OK	OK	OK	
	SD	ø 60				
6	SD	ø 50	OK	OK	OK	
	SD	ø 60				
Bentang (m)	Jarak Antar Tiang	Diameter Tiang Pancang (cm)	Kontrol Momen	Kontrol Gaya Aksial	Kontrol Gaya Horizontal	Dapat digunakan
4	SD	ø 50	OK	OK	OK	OK
	SD	ø 60	OK	OK	OK	OK
6	SD	ø 50	OK	OK	OK	OK
	SD	ø 60	OK	OK	OK	OK

Tabel 7.3 Alternatif Desain yang Dapat Dipakai

Bentang (m)	Jarak Antar Tiang	Diameter Tiang Pancang (cm)	Kontrol Lendutan	Kontrol Retak	Kontrol Kekuatan Bahan	
4	8D	ø 50	OK	OK	OK	
	8D	ø 60				
Bentang (m)	Jarak Antar Tiang	Diameter Tiang Pancang (cm)	Kontrol Momen	Kontrol Gaya Aksial	Kontrol Gaya Horizontal	Dapat digunakan
4	8D	ø 50	OK	OK	OK	OK
	8D	ø 60	OK	OK	OK	OK

3. Besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pelaksanaan konstruksi jalan lingkar luar timur dengan alternatif *slab on piles* adalah

- Kondisi I - SoP
(Diameter tiang 0.5 m jarak 4 m)
= Rp. 38.004.000.000
- Kondisi II - SoP
(Diameter tiang 0.6 m jarak 4 m)
= Rp. 43.890.000.000
- Kondisi III - SoP
(Diameter tiang 0.5 m jarak 6 m)
= Rp. 42.331.000.000
- Kondisi IV - SoP
(Diameter tiang 0.6 m jarak 6 m)
= Rp. 49.516.000.000

4. Besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pelaksanaan konstruksi jalan lingkar luar timur dengan alternatif *pier head* adalah
 - Kondisi I - PH
(Diameter tiang 0.5 m jarak 4 m dengan jarak tiang 5D)
= Rp. 70.794.000.000
 - Kondisi II - PH
(Diameter tiang 0.6 m jarak 4 m dengan jarak tiang 5D)
= Rp. 72.640.000.000
 - Kondisi III - PH
(Diameter tiang 0.5 m jarak 6 m dengan jarak tiang 5D)
= Rp. 53.626.000.000
 - Kondisi IV - PH
(Diameter tiang 0.6 m jarak 6 m dengan jarak tiang 5D)
= Rp. 55.662.000.000
 - Kondisi V - PH
(Diameter tiang 0.5 m jarak 4 m dengan jarak tiang 8D)
= Rp. 52.773.000.000
 - Kondisi VI - PH
(Diameter tiang 0.6 m jarak 4 m dengan jarak tiang 8D)
= Rp. 55.868.000.000
5. Untuk alternatif perencanaan dengan *slab on piles* pada bentang 4 m digunakan kondisi I – SoP dimana memiliki harga ekonomis dan kuat aman dalam strukturnya.
6. Untuk alternatif perencanaan dengan *slab on piles* pada bentang 6 m digunakan kondisi III – SoP dimana memiliki harga ekonomis dan kuat aman dalam strukturnya.
7. Untuk alternatif perencanaan dengan *pier head* pada bentang 4 m digunakan kondisi V – PH dimana memiliki harga ekonomis dan kuat aman dalam strukturnya.
8. Untuk alternatif perencanaan dengan *pier head* pada bentang 6 m digunakan kondisi III – PH dimana memiliki harga ekonomis dan kuat aman dalam strukturnya.

9. Untuk alternatif perencanaan dengan *slab on piles* pada bentang 4 m ditetapkan kedalaman tiang pancangnya sedalam 17 m.
10. Untuk alternatif perencanaan dengan *slab on piles* pada bentang 6 m ditetapkan kedalaman tiang pancangnya sedalam 19 m.
11. Untuk alternatif perencanaan dengan *pier head* pada bentang 4 m ditetapkan kedalaman tiang pancangnya sedalam 19 m.
12. Untuk alternatif perencanaan dengan *pier head* pada bentang 6 m ditetapkan kedalaman tiang pancangnya sedalam 23 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, Siti. 2012; **“Perencanaan Pembangunan Jalan Lingkar Luar Barat di Kota Surabaya”;** Jurnal Ilmiah; Universitas Brawijaya
- Arinda, Cyntya Dewi. 2010; **”Studi Konstruksi Pile Slab Pada Oprit Fly Over Relokasi Jalan Arteri Raya Siring-Porong Sidoarjo (STA 5+282,44 – 6+086,01)”;** Tugas Akhir Program Sarjana Teknik Sipil ITS; Jurusan Teknik Sipil; Institut Teknologi Sepuluh Nopember; Surabaya
- **Bridge Design Manual Bridge Management System (BMS).** 1992. Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga
- Das, Braja M. 1993; **Mekanika Tanah Jilid 2;** Penerbit Erlangga; Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum.1992. **Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan Bagian 2.**
- Departemen Pekerjaan Umum.1992. **Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan Bagian 6.**
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 2014.”**Standar Harga Satuan Dasar Konstruksi Dan Analisa Harga Satuan Pekerjaan”;** Surabaya
- Endah, Noor. 2009. **Handout Kuliah Metode Perbaikan Tanah. Surabaya. Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.**
- RSNI T-02-2005. 2005; **Standar Pembebanan Untuk Jembatan;** Badan Litbang PU; Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga
- SNI 03 2833-2008. 2008; **Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Jembatan;** Badan Standarisasi Nasional; Jakarta
- Untung, Djoko. 2010; **Rekayasa Pondasi Tiang;** Penerbit ITS; Surabaya.

- Wahyudi Herman. 2013. **Daya Dukung Pondasi Dalam.** Surabaya. Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.