

**MODIFIKASI JEMBATAN KALI BLENCONG
(SISI SELATAN) JAKARTA UTARA DENGAN
*I – GIRDER PRESTRESS CONCRETE***

SKRIPSI

Oleh

Ika Yuni Fatmala

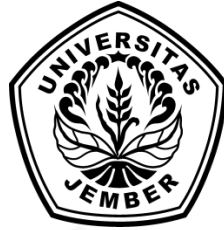
NIM 131910301031

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2017



**MODIFIKASI JEMBATAN KALI BLENCONG
(SISI SELATAN) JAKARTA UTARA DENGAN
*I – GIRDER PRESTRESS CONCRETE***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program studi Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Ika Yuni Fatmala
NIM 131910301031**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT dengan segala rahmat dan hidayah-Nya kepada saya;
2. Rasulullah Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi seluruh umat manusia
3. Orang Tuaku tercinta Bapak Amin Arifandi dan Ibu Fatimah yang telah memberikan dukungan , kasih sayang dan doa tanpa batas kepada saya;
4. Adikku tersayang Dwi Rochmatul Lailiah yang selalu memberikan motivasi;
5. M. Farid Ma'ruf, S.T.,M.T.,Ph.D dan Winda Tri Wahyuningtyas, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing;
6. Keluarga keduaku Feni Atik, Tari, Virga, Nila;
7. Teman – teman baikku Reni, Viska, Erli, Pretty, Bang Alex,;
8. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember;

MOTTO

“Allah SWT akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”
(terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 1)¹

“Don’t compare yourself with anyone in this world; if you do so, you are insulting yourself.”

(Bill Gates)

“Everything is Possible”

(Elie Wiesle)

¹ Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al-Qur’an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ika Yuni Fatmala

NIM : 131910301031

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ”Modifikasi Jembatan Kali Blencong (Sisi Selatan) Jakarta Utara Dengan *I-Girder Prestress Concrete*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 25 Juli 2017

Yang menyatakan

Ika Yuni Fatmala

NIM 131910301031

SKRIPSI

**MODIFIKASI JEMBATAN KALI BLENCONG
(SISI SELATAN) JAKARTA UTARA DENGAN
*I – GIRDER PRESTRESS CONCRETE***

Oleh

Ika Yuni Fatmala

NIM 131910301031

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : M. Farid Ma'ruf, S.T.,M.T.,P.hD

Dosen Pembimbing Anggota : Winda Tri Wahyuningtyas, S.T.,M.T

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Modifikasi Jembatan Kali Blencong (Sisi Selatan) Jakarta Utara Dengan *I – Girder Prestress Concrete*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

hari, tanggal : Jumat, 25 Juli 2017

tempat : Ruang Ujian Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

M. Farid Ma’ruf, S.T.,M.T.Ph.D
NIP. 19721223 199803 1 002

Anggota I,

Hernu Suyoso, S.T.,M.T
NIP. 19551112 198702 1 001

Sekretaris,

Winda Tri W, S.T.,M.T
NIP. 760016772

Anggota II,

Luthfi Amri W., S.T.,M.T
NIP. 760016771

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM
NIP.19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Modifikasi Jembatan Kali Blencong (Sisi Selatan) Jakarta Utara Dengan *I – Girder Prestress Concrete* ; Ika Yuni Fatmala, 131910301031; 2017: 141 halaman; Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Jembatan Kali Blencong terletak di Cilincing, Jakarta Utara. Jembatan ini menghubungkan kawasan pergudangan marunda menuju jalan Cakung Cilincing atau Tj. Priok yang terhalang oleh sungai. Berdasarkan informasi dari Dinas Perhubungan dan Transportasi DKI jembatan ini ditutup dari tanggal 23 mei hingga 31 desember 2016, karena mengalami kerusakan pada bagian aspal yang terkelupas hingga dasar jembatan dengan ukuran 1 x 3 meter. Kerusakan ini disebabkan oleh pengalihan arus dari jembatan Kali Blencong sisi utara.

Pada Tugas Akhir ini Jembatan Kali Blencong tersebut direncanakan ulang jembatan yang semula panjang 106 meter dengan menggunakan kombinasi beton prategang dan rangka baja, dimodifikasi menggunakan beton prategang tipe *I Girder* pracetak sepenuhnya yang terbagi atas 3 bentang yaitu: 33 meter, 40 meter, 33meter guna memperlancar mobilitas kendaraan di kawasan tersebut.

Struktur utama jembatan menggunakan material beton pratekan . Metode penegangan yang digunakan yaitu metode pasca tarik. Besarnya gaya prategang aawal ditentukan berdsarkan persamaan tegangan yang terjadi pada penampang girder. Tahap berikutnya yaitu menentukan letak tendon yang aman sehingga tegangan yang ditimbulkan memenuhi tegangan ijin yang diisyaratkan.

Berdasarkan analisa perhitungan Sandaran terdiri dari atas dua buah pipa baja galvanis \varnothing 13,9 cm BJ-37, tiang sandaran dengan profil baja WF (100 x 50 x 5 x 7) setinggi 500 mm, dan dinding sandaran menggunakan beton bertulang dengan tebal

25 cm setinggi 500 mm. Trotoar menggunakan beton bertulang dengan tebal 25 cm. Plat lantai kendaraan menggunakan beton bertulang dengan tebal 20 cm.

Diafragma menggunakan beton bertulang dengan ukuran 20 cm x 128 cm, gelagar utama merupakan beton pratekan dengan $P = 4123,333 \text{ kN}$ dan *7-wire strand super grade* sebanyak 31 buah yang disebar dalam 3 tendon. Kehilangan gaya pratekan yang terjadi adalah 15,402 % . Lendutan total yang terjadi adalah 10,97 mm ↑.

Tumpuan direncanakan menggunakan elastomer dengan dimensi 700 mm x 550 mm x 120 mm sebanyak 7 lapis. Struktur bawah jembatan didesain dengan menggunakan dimensi *abutment* 7 m x 9,5 m. Untuk pondasi direncanakan pondasi tiang pancang diameter 60 cm dengan kedalaman 20 m dari dasar *abutment*.

SUMMARY

Modifications Kali Blencong Bridge (South Side) in North Jakarta Using I-Girder Prestress Concrete ; Ika Yuni Fatmala, 131910301031; 2017; 141 Pages, Study Progame S1 Civil Engineering, Engineering Faculty, University of Jember.

The location of Kali Blencong bridge is at cilincing, North Jakarta. This bridge is connecting the region of marunda warehousing to cakung cilincing street or Tj. Priok which was blocked by river. Based of the information by Departement of transportation DKI this bridge was closed from 23 may until 31 december 2016, because this bridge having damaged on peeled asphalt until the substructure which having sive 1 x 3 meter. This damaged was caused by stream redirection from the north side of Kali Blencong bridge.

On this script Kali Blencong bridge will replanned which originally a bridge length is 106 meter by using prestressed concrete and steel frame, and this bridge will be modifcateed by prestressed concrete with fully precast I- Girder which dicided with 3 span are : 33 meter, 40 meter, 33 meter. Using this way carry out the mobility of vehicles in that area.

The main structure of this bridge was used prestressed concrete girder. Stressing method is post tensioning. Initial prestressed force is determined by the stress equation that is occurred in the cross section of the girder. The next step is to determine the cable layouts which meet the requirement of the allowable stress.

Based from the analysis of parapet calculation consist of two pipes galvanis steel $\phi 13,9$ cm BJ-37, pile parapet steel profile WF (100 x 50 x 5 x 7) high 500 mm, and parapet wall willuse reinforced concrete with thick 25 cm, high 500 mm. Side walk will use reinforced concrete with thick 25 cm. Concrete deck slab using reinforced concrete with 20 cm thickness.

Diaphragm beam is using 20 cm x 128 cm reinforced concrete, main girder of this bridge is prestress concrete $P = 4123,33$ kN has 31 7-wire strand super grade divided in 3 cables. Total loss of prestress is 15,40%. Total of deflections 10,97 mm[↑].

The elastomer plan using with dimentionns 700 x 550 x 120 mm³. The above structure of the bridge was designed by using abutment with dimentionns 7 meter x 9,5 meter. For the foundation planned pile with 60 cm and the depth of foundations 20 meter form the base of the abutment.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Modifikasi Jembatan Kali Blencong (Sisi Selatan) Jakarta Utara Dengan *I-Girder Prestress Concrete*" Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Ir. Hernu Suyoso, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember;
3. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember;
4. M. Farid Ma'ruf, S.T.,M.T.,Ph.D dan Winda Wahyuningtyas, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing;
5. Hernu Suyoso, S.T.,M.T. dan Dwi Nurtanto, S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji;
6. Kedua orang tuaku yang tercinta Bapak Amin Arifandi dan Ibu Fatimah yang selalu memberikan dukungan, mendoakan, memberikan nasehat, dan tiada putus – putusnya memberikan semangat;
7. Adik – adikku tersayang Dwi Rochmatullailiah yang selalu mendukung, mengingatkan, dan memberikan semangat dalam mengerjakan tugas akhir;
8. Keluarga keduaku Feni Atik, Tari, Virga, Nila terima kasih atas segala kebersamaan, dukungan, motivasi, kebahagiaan dan bantuan selama berada di kota Jember ini;
9. Teman – teman baikku Reni dan Bang Alex terima kasih atas bantuan dan semangatnya;

10. Keluarga Besar Teknik Sipil 2013 yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu- persatu yang selalu ada di setiap suka duka selama penulis di Jember dengan segala dukungan, semangat dan doanya;
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu;
12. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik;

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, 25 Juli 2017

Penulis

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Faktor Beban untuk Berat Sendiri.....	8
2.2 Faktor Beban Untuk Beban Mati Tambahan	9
2.3 Temperatur Jembatan Rata-Rata Nominal	12
2.4 Sifat Bahan Rata-Rata Akibat Temperatur	13
2.5 Nilai V_0 dan Z_0 untuk berbagai variasi kondisi permukaan hulu	14
2.6 Tekanan Angin Dasar.....	14
2.7 Kawat-Kawat Untuk Beton Prategang.....	20
2.8 <i>Standart 7</i> Kawat Yang Dipadatkan Untuk Beton Prategang.....	20
2.9 Gesekan Kabel	22
2.10 Tabel Standar Tendon	24
2.11 K_{re}	25
4.1 Perhitungan Momen Inersia Balok Prategang.....	63
4.2 Perhitungan Momen Inersia Balok Komposit.....	66
4.3 Respon Gempa Pada Lokasi Ditinjau	70
4.4 Nilai T dan SA Respon Gempa Pada Lokasi Ditinjau	71
4.5 Rekapitulasi Momen Akibat Beban	74
4.6 Rekapitulasi Momen dan Gaya Lintang Akibat Gaya Rem.....	75
4.7 Rekapitulasi Momen dan Gaya Lintang Akibat Beban Angin	76
4.8 <i>Properties Strand</i>	78
4.9 <i>Tendon Properties</i>	79
4.10 Batas Bawah Tendon Pada Segmen 2 (Bentang 40).....	80
4.11 Batas Atas Tendon Pada Segmen 2 (Bentang 40).....	81
4.12 Posisi Masing-Masing Tendon Bentang 40.....	82
4.13 Kontrol tegangan Bentang 40 Akibat Tendon 1.....	85
4.14 Kontrol Tegangan Bentang 40 Akibat Tendon 2.....	86
4.15 Kontrol Tegangan Bentang 40 Akibat Tendon 3.....	87
4.16 Kehilangan Gaya Prategang Akibat Perpendekan Elastis.....	88
4.17 Kehilangan Gaya Prategang Akibat Slip Angkur.....	89

4.18 Kehilangan Gaya Prategang Akibat Slip Angkur.....	90
4.19 Distribusi Gaya Lintang.....	99
4.20 Perhitungan Jarak Antar Stud.....	100
4.21 Perhitungan Gaya Pada Permukaan <i>End Block</i>	102
4.22 Perhitungan Kebutuhan Tulangan <i>Bursting Zone</i>	103
4.23 Perhitungan Berat <i>Abutment</i> dan Momen.....	111
4.24 Perhitungan Momen Inersia <i>Abutment</i>	113
4.25 Perhitungan Beban Vertikal Tanah Timbunan Dan Momen.....	115
4.26 Kombinasi I = $M+H+Ta$	117
4.27 Kombinasi II = $M + Ta + Gg + A$	118
4.28 Kombinasi III = Kombinasi I + $Rm + Gg + A$	118
4.29 Kombinasi IV = $M + Ta + Bg$	118
4.30 Kombinasi V = $M + Bg + Gg + A$	119
4.31 Kombinasi IV = $M + Ta + Bg$	119

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bentuk <i>Abutment</i>	5
Gambar 2.2 Cara Meletakkan Tumit.....	5
Gambar 2.3 Macam-Macam Pondasi Secara Umum.....	6
Gambar 2.4 beban lajur “D”	9
Gambar 2.5 Alternatif Penempatan Beban “D” dalam arah memanjang....	10
Gambar 2.6 Pembebanan truk”T” (500 kN)	11
Gambar 2.7 Faktor Beban Dinamis.....	11
Gambar 2.8 Central Kern.....	12
Gambar 3.1 Lokasi Jembatan.....	28
Gambar 3.2 Tampak Atas Jembatan Kali Blencong.....	30
Gambar 3.3 Potongan Memanjang Jembatan Kali Blencong	30
Gambar 3.4 Topografi Jembatan Kali Blencong.....	31
Gambar 3.5 Potongan Melintang Jembatan	32
Gambar 3.6 Dimensi <i>I-Girder</i> (dalam mm).....	33
Gambar 3.7 Diagram Alir	39
Gambar 4.1 Potongan Melintang Tiang Sandaran.....	42
Gambar 4.2 Profil Tiang Sandaran.....	44
Gambar 4.3 Pembebanan Pada Dinding Sandaran.....	45
Gambar 4.4 Penulangan Dinding Sandaran	46
Gambar 4.5 Penulangan Dinding Sandaran	47
Gambar 4.6 Pembebanan Pada Trotoar.....	49
Gambar 4.7 Penulangan Lantai Trotoar	51
Gambar 4.8 Beban T	53
Gambar 4.9 Beban 1 Roda Di Tengah Plat.....	53
Gambar 4.10 Penyebaran Beban 1 Roda Di Tengah Plat	53
Gambar 4.11 Beban 2 Roda Berdekatan Jarak 175 cm Di Tengah Plat	55
Gambar 4.12 Bidang Penyebaran Tekan Roda(bedasarkan SNI 1725:2016)	58
Gambar 4.13 Perencanaan Pla Lantai	59

Gambar 4.14 Perencanaan Diafragma.....	60
Gambar 4.15 Penulangan Balok Diafragma.....	62
Gambar 4.16 Penampang balok Prategang	63
Gambar 4.17 Penampang Balok Girder Sebelum Komposit	65
Gambar 4.18 Penampang Balok Girder Sesudah Komposit.....	67
Gambar 4.19 Beban D.....	68
Gambar 4.20 Lentur Positif – Bentang 2	69
Gambar 4.21 Lentur Positif – Bentang 1.3	69
Gambar 4.22 Lentur Negatif – Pilar 1.....	69
Gambar 4.23 Lentur negatif – Pilar 1.....	69
Gambar 4.24 Lokasi Gempa	70
Gambar 4.25 Input Respon Spektrum.....	72
Gambar 4.26 Posisi Tendon Bentang 40 Hingga Tengah Bentang.....	82
Gambar 4.27 Pengangkatan Girder Pratekan.....	94
Gambar 4.28 Penulangan Girder.....	95
Gambar 4.29 Rencana Penghubung Geser.....	98
Gambar 4.30 Gaya Pada <i>End Block</i>	101
Gambar 4.31 Perencanaan Elastomer.....	106
Gambar 4.32 Struktur Atas	107
Gambar 4.33 Penulangan Pelat Injak	110
Gambar 4.36 Bentuk <i>Abutment</i>	113
Gambar 4.37 Pembebanan Abutment Akibat Beban vertikal Tanah Timbunan	115
Gambar 4.36 Bentuk <i>Abutment</i>	116
Gambar 4.37 Perbandingan Q ujung tiang, Q selimut tiang, dan Q <i>ultimate</i>	122

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A.1 Berat Isi Untuk Beban Mati.....	122
A.2 Dimensi Atau Profil Girder Pracetak PC I H-210 Sesuai Dengan Tabel WIKA.....	123
A.3 Tabel <i>Bittner</i>	124
A.4 Rekapitulasi Momen Akibat Beban Pada Bentang 33	125
A.5 Batas Bawah Tendon Pada Bentang 33	125
A.6 Batas Atas Tendon Pada Bentang 33	126
A.7 Posisi Masing-Masing Tendon Pada Bentang 33.....	126
A.8 Grafik Posisi Tendon Bentang 33 Hingga Tengah Bentang	127
A.9 Kontrol Tegangan Bentang 33 Akibat Tendon 1	128
A.10 Kontrol Tegangan Bentang 33 Akibat Tendon 2	129
A.11 Kontrol Tegangan Bentang 33 Akibat Tendon 3	130
A.12 <i>Bor Log</i> RT	131
A.13 Perhitungan Daya Dukung	133
A.14 <i>PC Spun Piles</i>	134

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan merupakan bagian jalan raya yang berfungsi sebagai penghubung antara dua wilayah yang terpisah akibat adanya rintangan berupa sungai, danau, lembah, jurang dan penghalang lainnya. Sarana penghubung antar daerah ini setiap tahun mengalami perkembangan seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan tingkat perekonomian di sekitar daerah tersebut.

Jembatan Kali Blencong terletak di Cilincing, Jakarta Utara. Jembatan ini menghubungkan kawasan pergudangan marunda menuju jalan Cakung Cilincing atau Tj. Priok yang terhalang oleh sungai. Konstruksi Jembatan Kali Blencong saat ini memiliki lebar jalan 8 meter dengan 2 lajur 1 arah dan panjang total bentang 106 meter yang terbagi menjadi 3 bentang. Bentang terpanjang sebesar 56 meter menggunakan struktur baja sementara dua bentang yang lebih pendek menggunakan beton prategang, dengan panjang masing-masing bentang 25 meter.

Jembatan Kali Blencong sering menjadi sorotan perbincangan di beberapa media online seperti situs merdeka.com dan situs berita jakarta, berdasarkan informasi dari Dinas Perhubungan dan Transportasi DKI jembatan ini ditutup dari tanggal 23 mei hingga 31 desember 2016, karena mengalami kerusakan pada bagian aspal yang terkelupas hingga dasar jembatan dengan ukuran 1 x 3 meter. Kerusakan ini disebabkan oleh pengalihan arus dari jembatan Kali Blencong sisi utara. Kendaraan roda empat maupun truk kontainer dialihkan ke jembatan Blencong sisi selatan. Syahril (2014) mengatakan bahwa kemacetan terjadi karena kedua arah harus berbagi di jembatan sisi selatan, kemacetan yang diakibatkan mencapai sekitar 1 kilometer.

Kemacetan diatas jembatan merupakan suatu keadaan yang berbahaya, karena jembatan didesain bukan untuk beban berjalan melainkan beban diam. Peraturan Menteri Pekerja Umum (2011), menyebutkan bahwa pada saat pengoprasian jalan, kendaraan dilarang berhenti diatas jembatan.

Pada Tugas Akhir ini Jembatan Kali Blencong tersebut direncanakan ulang jembatan yang semula panjang 106 meter dengan menggunakan kombinasi beton prategang dan rangka baja, dimodifikasi menggunakan beton prategang tipe *I Girder* pracetak sepenuhnya yang terbagi atas 3 bentang yaitu: 33 meter, 40 meter, 33meter.

Penggunaan profil *I girder* dipilih karena dianggap mudah dalam proses pembuatan, dan mudah pelaksanaannya di lapangan. (Annur. D, dan Tarigan. J, 2013). Selain itu bentuk *I girder* cukup memenuhi nilai estetika pada bangunan jembatan sehingga penggunaannya mampu menambah keindahan kota, karena jembatan yang menggunakan kombinasi beton pratekan dan rangka baja dirasa kurang menarik karena tampilannya yang kurang harmonis.

Sekarang ini telah dikenal beton prategang, yakni beton yang mengkombinasikan baja mutu tinggi dan beton berkekuatan tinggi dengan cara “aktif”, dengan cara menarik baja dan menahannya ke beton. Sehingga membuat beton dalam keadaan tertekan, jadi seluruh penampang beton prategang menjadi efektif. Menurut Hueste. M, Mander. J, dan Parkar. A (2012), bahwa selama 60 tahun penggunaan girder beton prategang sistem pracetak telah digunakan secara efektif diberbagai negara karena daya tahannya, efisien dalam pengangkutan, serta menyajikan solusi biaya yang efektif dengan kemampuan layan yang baik dan perawatan yang minimal.

Jadi perencanaan ulang ini penting dilakukan agar tersedia fasilitas jembatan yang dapat menampung seluruh kendaraan yang akan melintas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas , maka permasalahan yang didapatkan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana *re-design* bangunan jembatan *I girder* yang aman untuk jembatan Kali Blencong, Jakarta Utara?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah untuk mendesain jembatan beton prategang yang aman untuk jembatan Kali Blencong sesuai SNI 1725-2016 (standar pembebanan jembatan), RSNI T-12-2004 (Perencanaan Struktur beton untuk jembatan).

1.4 Manfaat

Dapat dijadikan salah satu solusi alternatif dalam menghadapi permasalahan jembatan dengan kondisi tersebut dan sebagai salah satu desain struktur jembatan di lokasi tersebut

1.5 Batasan Masalah

1. Hanya meninjau pada bentang terpanjang.
2. Tidak merencanakan pier
3. Tidak membahas metode pelaksanaan jembatan.
4. Tidak memperhitungkan analisa anggaran biaya pembangunan dan relisasi
5. Tanpa memperhitungkan dinding penahan tanah (*wing wall* dan *back wall*).

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Umum Jembatan

Secara umum suatu jembatan berfungsi untuk melayani arus lalu lintas dengan baik, dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis dan estetika-arsitektural yang meliputi : Aspek lalu lintas, Aspek teknis, dan Aspek estetika (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

2.2 Struktur Atas

Konstruksi jembatan terdiri dari struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas merupakan bagian atas suatu jembatan yang berfungsi sebagai pemikul langsung beban lalu lintas yang melewatinya, kemudian diteruskan pada bangunan dibawahnya. Konstruksi bangunan atas (*superstruktur*) jembatan meliputi, Sandaran (*railing*), trotoar, pelat lantai, gelagar jembatan, diafragma.

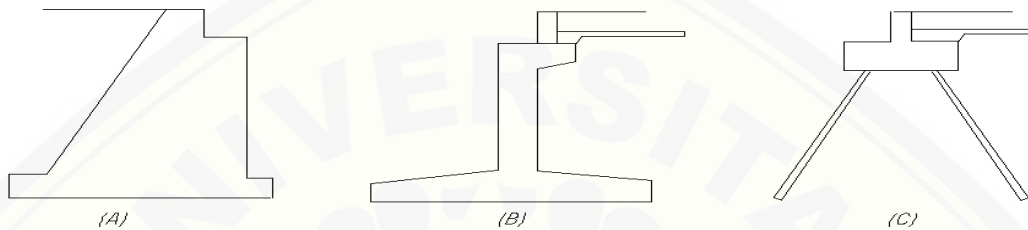
- Girder atau gelagar merupakan balok yang membentang secara memanjang maupun melintang yang berfungsi untuk menerima beban dari atas jembatan dan menyalurkannya ke struktur bawah jembatan
- Railing atau tiang sandaran pada jembatan berfungsi - *Railing* atau tiang sandaran pada jembatan berfungsi sebagai pembatas dan keperluan keamanan untuk pengguna jembatan.
- Plat lantai jembatan merupakan bagian dari struktur atas jembatan dimana merupakan tempat kendaraan untuk lewat. Secara fungsi, plat lantai jembatan merupakan struktur pertama yang menerima beban dan meneruskannya ke gelagar utama.

2.3 Struktur Bawah

Struktur bawah mempunyai 2 macam bangunan, yakni bangunan *abutment* dan bangunan pilar. Berikut ini adalah penjelasan mengenai struktur bawah :

2.3.1 *Abutment*

Karena letak *abutment* yang berada di ujung jembatan maka *abutment* ini berfungsi juga sebagai penahan tanah. Umumnya *abutment* dilengkapi dengan konstruksi sayap yang berfungsi menahan tanah dalam arah tegak lurus as jembatan. Bentuk *abutment* dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini :

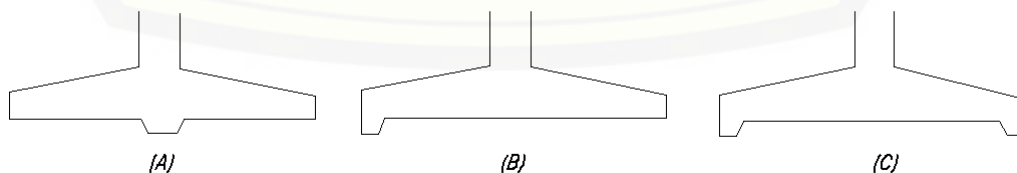


Gambar 2.1 Bentuk *Abutment*

(Sumber : Jurnal 2TS1 1921 UAJY, 2010)

Abutment pada gambar 2.1. sering dijumpai baik pada jembatan-jembatan baru dan jembatan-jembatan lama. Gambar 2.1(A). menunjukkan *abutment* dari pasangan batu, dan gambar 2.1(B) dan 2.1(C) dari beton bertulang (*reinforced concrete*).

Pada perencanaan kali ini digunakan *abutment* dari beton bertulang. Selain beban vertikal dan momen, terkadang gaya horizontal yang timbul cukup besar. Sehingga dalam perhitungan masih didapatkan koefisien keamanan terhadap geser yang belum memenuhi persyaratan, maka bisa menggunakan cara lain dengan cara memberikan semacam kaki atau tumit pada bidang pondasinya. Cara meletakkan tumit bisa dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini:



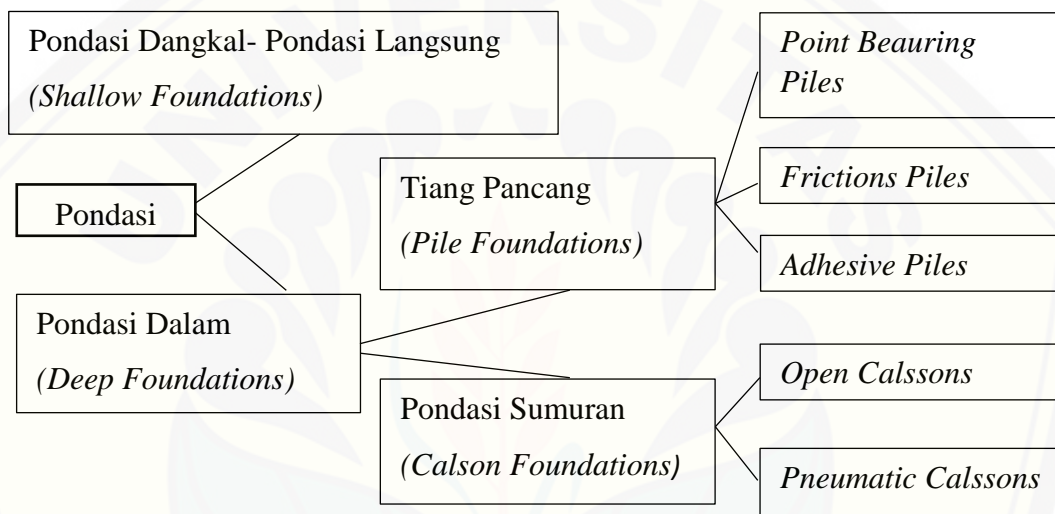
Gambar 2.2 Cara Meletakkan Tumit

(Sumber : Jurnal 2TS1 1921 UAJY, 2010)

2.3.2 Pondasi

Pondasi adalah suatu konstruksi pada bagian bawah (substructure) yang meneruskan beban dari bagian atas struktur (superstructure) ke lapisan tanah dibawahnya dengan tidak mengakibatkan keruntuhan geser tanah dan penurunan tanah saat penurunan pondasi yang berlebihan (Sholeh. M, 2008).

Macam- macam pondasi secara umum dapat digambarkan seperti gambar 2.3 berikut ini:



Gambar 2.3 Macam – macam Pondasi Secara Umum

(Sumber : Jurnal 2TS1 1921 UAJY, 2010)

Pada perencanaan jembatan ini digunakan pondasi tiang pancang. Menurut Sholeh (2008), ada 3 jenis pondasi tiang yaitu:

- 1) Tiang tahanan ujung (*End/Point Bearing Pile*), yaitu : tiang yang meneruskan beban melalui ujungnya ke lapisan keras/baik dengan kuat dukung tinggi.
- 2) Tiang gesekan (*Friction Pile*), yaitu : tiang yang meneruskan beban melalui gesekan antara permukaan tiang dengan tanah sekelilingnya (untuk jenis tanah pasir/nilai kuat geseknya $[\phi]$ tinggi).
- 3) Tiang lekatan (*Adhesive Pile*), yaitu : tiang yang meneruskan beban melalui lekatan antara permukaan tiang dengan tanah sekelilingnya (untuk jenis tanah lempung/nilai kohesinya $[c]$ tinggi)

2.4 Dasar Perencanaan Jembatan

Dasar-dasar umum perencanaan jembatan dijelaskan dalam Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan (BMS/*Bridge Management System*) Bagian 1. Adapun keadaan batas yang perlu dipahami dalam proses perencanaan jembatan yaitu:

1. Keadaan Batas Ultimit

Aksi-aksi yang menyebabkan sebuah jembatan menjadi tidak aman disebut aksi-aksi ultimit dan reaksi yang diberikan jembatan terhadap aksi itu disebut Keadaan Batas Ultimit. Sebuah aksi ultimit didefinisikan yang mempunyai 5% kemungkinan dilampaui selama umur rencana jembatan.

2. Keadaan Batas Layan

Keadaan Batas Layan adalah perubahan bentuk yang permanen pada bahan pondasi atau pada sebuah elemen penyangga utama setempat, kerusakan permanen akibat korosi, retakan atau kelelahan, getaran, dan banjir pada jaringan jalan dan tanah di sekitar jembatan serta kerusakan karena penggerusan pada palung saluran, tepi sungai dan tanggul jalan.

Aksi yang menyebabkan Keadaan Batas Layan disebut Aksi Daya Layan. Aksi Daya Layan mempunyai 5% kemungkinan dilampaui per tahun.

2.5 Pembebanan Pada Struktur Atas

Pembebanan pada struktur atas jembatan digunakan untuk mencari total gaya yang berkerja pada struktur atas jembatan. Pada Peraturan Pembebanan Jembatan SNI 1725-2016, pembebanan pada struktur jembatan dibagi atas beberapa, yaitu :

2.5.1 Beban Permanen

- Beban Umum

Beban mati jembatan merupakan kumpulan berat setiap komponen struktural dan nonstruktural. Setiap komponen ini harus dianggap sebagai suatu kesatuan aksi yang tidak terpisahkan pada waktu menerapkan

faktor beban normal dan faktor beban terkurangi . Berat isi untuk beban mati (Terlampir pada lampiran 4.2).

- Berat Sendiri (SNI 1725-2016)

Berat sendiri adalah berat dari bagian tersebut dan elemen struktural yang dipikul ditambah dengan elemen non structural yang dianggap tetap. Faktor Beban untuk Berat Sendiri dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Faktor Beban untuk Berat Sendiri

Jangka Waktu	Faktor Beban			
		KS ;; MS	KU;; MS	
			Biasa	Terkurangi
Tetap	Baja, aluminium	1,0	1,1	0,9
	Beton pracetak	1,0	1,2	0,85
	Beton dicor ditempat	1,0	1,3	0,75
	Kayu	1,0	1,4	0,7

(Sumber : Peraturan Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016)

- Beban Mati Tambahan (SNI 1725-2016)

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban yang merupakan elemen non struktural dn mungkin besarnya akan berubah. faktor beban untuk beban mati tambahan dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini :

Tabel 2.2 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan

Tipe Beban	Faktor Beban			
	Keadaan	Keadaan Batas Layan(γ_{MA}^s)	Keadaan Batas Ultimit(γ_{MA}^u)	
			Biasa	Terkurangi
Tetap	Umum	1,0 ⁽¹⁾	2,0	0,7

Khusus (terawasi)	1,0	1,4	0,8
-------------------	-----	-----	-----

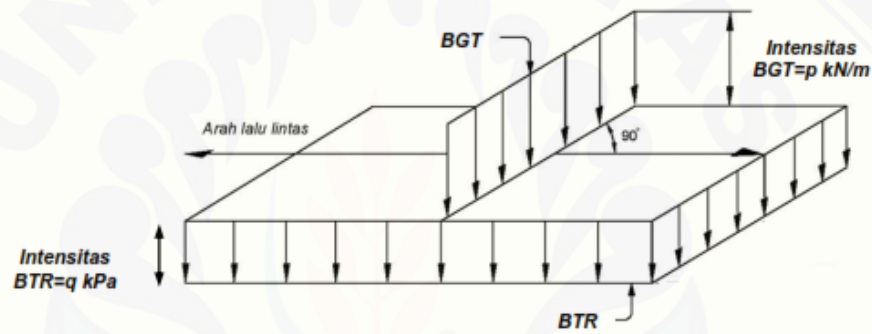
(Sumber : Peraturan Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016)

2.5.2 Beban Hidup (SNI 1725-2016)

- **Beban Lalu Lintas :** beban lalu lintas dalam pembebanan jembatan terdiri dari beban lajur “D” dan beban truk “T”

1. **Beban Lajur “D”**

- a. **Beban lajur** merupakan gabungan dari beban merata (BTR) dan beban garis (BGT) yang bekerja pada jembatan seperti terlihat dalam gambar 2.4 dibawah ini :



Gambar 2.4 Beban Lajur “D”

(Sumber : Peraturan Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016)

BTR mempunyai besaran q kPa yang diperoleh dari ketentuan sebagai berikut :

$$L \leq 30 \text{ m} \quad q = 9,0 \text{ kPa} \dots\dots\dots 2.1$$

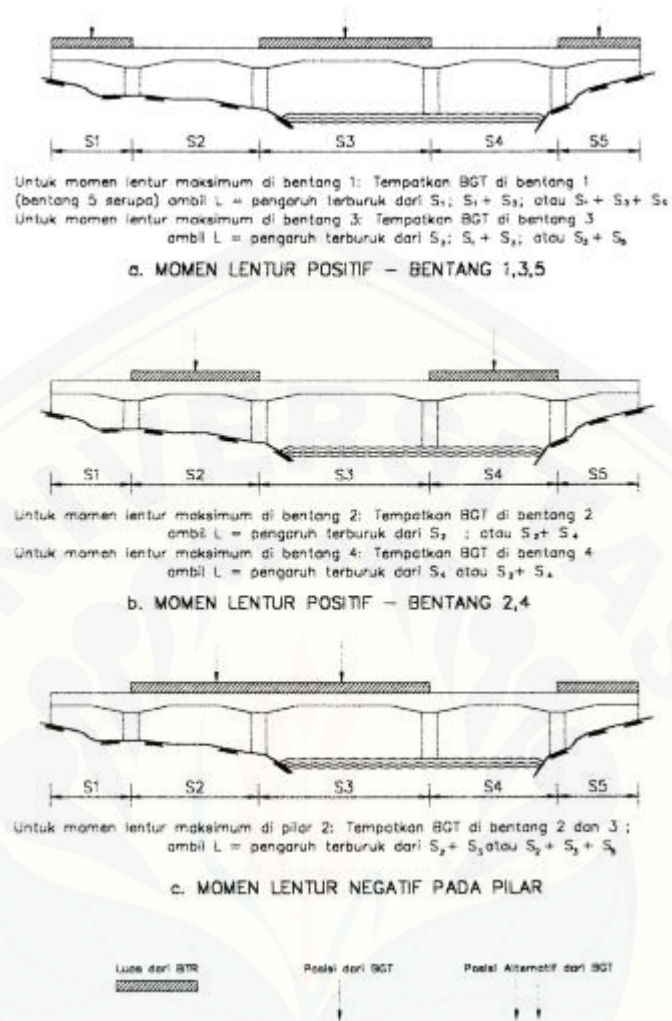
$$L \geq 30 \text{ m} \quad q = 9,0 * (0,5+15/L) \text{ kPa} \dots\dots\dots 2.2$$

dengan :

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

L = panjang totaal jembatan yang dibebani

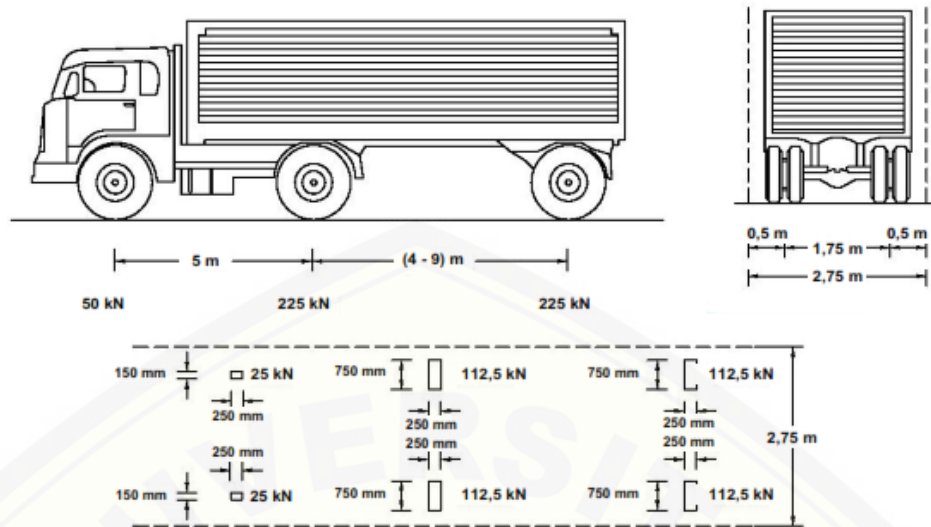
- b. **Beban garis (BGT)** dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas p adalah 49,0 kN/m. Adapun pembebanan dapat dilihat pada gambar 2.5 sebagai berikut :



Gambar 2.5 Alternatif penempatan beban “D” dalam arah memanjang
(Sumber : Peraturan Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016)

2. Beban Lajur “T”

Merupakan beban kendaraan truk yang digunakan untuk perhitungan struktur lantai. Pembebanan truk “T” terdiri atas kendaraan truk *semi-trailer* yang mempunyai susunan dan berat gandar seperti pada gambar 2.6. Berat dari masing masing gandar disebarkan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 gandar tersebut dapat diubah - ubah antara 4,0 m sampai 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan.

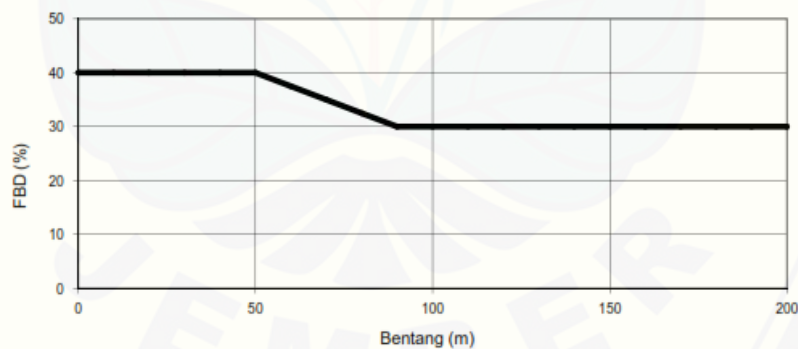


Gambar 2.6 Pembebanan Truk "T" (500 kN)

(Sumber : Peraturan Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016)

3. Faktor Beban Dinamis

FBD ini berlaku akibat interaksi beban bergerak yang berpengaruh pada jembatan. FBD dapat ditentukan dengan memperhatikan bentang jembatan pada gambar 2.7 berikut:



Gambar 2.7 Faktor Beban Dinamis

(Sumber : Peraturan Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016)

4. Beban Pejalan Kaki

Semua komponen trotoar yang lebih lebar dari 600 mm harus direncanakan memikul beban pejalan kaki dengan intensitas 5 kPa dan dianggap bekerja secara bersamaan dengan kendaraan pada masing-masing lajur kendaraan. Jika trotoar berubah fungsi menjadi lajur kendaraan, maka beban hidup kendaraan harus diterapkan pada jarak

250 mm dari tepi dalam parapet. Dalam hal ini, faktor beban dinamis tidak perlu diperhitungkan.

5. Gaya Rem

Berdasarkan SNI 1725-2016, gaya rem harus diambil yang terbesar dari :

- a. 25% dari berat gandar truk desain atau,
- b. 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR

2.5.3 Faktor Lingkungan

- Temperatur merata (Eun)

Perbedaan antara temperatur minimum atau maksimum dengan temperatur nominal seperti pada tabel 2.3 yang diasumsikan dalam perencanaan harus digunakan untuk menghitung pengaruh akibat deformasi yang terjadi akibat perbedaan suhu seperti pada rumus berikut :

$$\Delta_T = \alpha L (T_{max\ design} - T_{min\ design}) \dots \dots \dots 2.3$$

Dimana: L = panjang komponen jembatan (mm)

α = koefisien muai temperatur (mm/mm/°C)

Tabel 2.3 Temperatur jembatan rata-rata nominal

Tipe bangunan atas	Temperatur jembatan rata-rata minimum (1)	Temperatur jembatan rata-rata maksimum
Lantai beton diatas gelagar/boks beton	15°C	40°C

CATATAN (1) temperatur jembatan rata-rata minimum bisa dikurangi 5°C untuk lokasi yang terletak diketinggian lebih besar dari 500 m diatas permukaan laut

(Sumber : Peraturan Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016)

Tabel 2.4 Sifat bahan rata-rata akibat pengaruh temperatur

Bahan	Koefisien perpanjangan akibat suhu (α)	Modulus Elastisitas (Mpa)
Baja	12×10^{-6} per $^{\circ}\text{C}$	200.000
Beton:		
Kuat tekan < 30 Mpa	10×10^{-6} per $^{\circ}\text{C}$	$4700 \sqrt{f'c'}$
Kuat tekan > 30 Mpa	11×10^{-6} per $^{\circ}\text{C}$	$4700 \sqrt{f'c'}$

(Sumber : Peraturan Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016)

- Pengaruh penyusutan dan rangkai/ *SH* (SNI 1725-2016)

Pengaruh susut dan rangkai harus diperhatikan, terutama dalam perencanaan jembatan beton. Apabila rangkai dan susut bisa mengurangi pengaruh muatan lainnya, maka harga dari rangkai dan susut diambil yang minimum (misalnya pada waktu transfer dari beton prategang).

- Pengaruh Prategang/ *PR* (SNI 1725-2016)

Prategang akan menyebabkan pengaruh sekunder pada komponen yang terkekang pada bangunan statis tak tentu. Pengaruh ini harus diperhitungkan baik pada batas daya layan maupun batas limit

- Beban Angin

Tekanan angin disebabkan oleh angin rencana dengan kecepatan daar (V_B) sebesar 90 hingga 126 km/jam. Untuk jembatan dengan elevasi lebih tinggi dari 10000 mm diatas permukaan tanah atau permukaan air, kecepatan angin rencana dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$V_{DZ} = 2,5 V_o \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_o} \right) \dots \dots \dots 2.4$$

dimana: V_{DZ} = kecepatan angin rencana pada elevasi rencana, Z (km/jam)

$V_{10} = V_B$ = kecepatan angin rencana yaitu 90 s/d 126 km/jam pada elevasi 1000 mm

Z = elevasi struktur diukur dari permukaan tanah atau dari permukaan air dimana beban angin dihitung ($Z > 10000$ mm)

V_o = Kecepatan gesekan angin, yang merupakan karakteristik meteorologi, sebagaimana ditentukan pada tabel 2.3, untuk berbagai macam tipe permukaan di hulu jembatan (km/jam)

Z_o = Panjang gesekan di hulu jembatan angin, sebagaimana ditentukan pada tabel 2.5 (mm)

Tabel 2.5 . Nilai V_o dan Z_o untuk berbagai variasi kondisi permukaan hulu

Kondisi	Lahan Terbuka	Sub Urban	Kota
V_o (km/jam)	13,2	17,6	19,3
Z_o (mm)	70	1000	2500

(Sumber : Peraturan Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016)

Arah angin rencana harus diasumsikan horizontal, kecuali ditentukan lain dalam pasal 9.6.3 pada SNI 2016. Tekanan angin rencana dalam Mpa dapat ditetapkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_D = P_B \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 \dots\dots\dots 2.5$$

Dimana : P_B adalah tekanan angin dasar seperti yang ditentukan dalam tabel 2.6 (Mpa)

Tabel 2.6 Tekanan angin dasar

Komponen bangunan atas	Angin tekan (Mpa)	Angin hisap (Mpa)
Rangka, kolom, dan pelengkung	0,0024	0,0012
Balok	0,0024	N/A
Permukaan datar	0,0019	N/A

(Sumber : Peraturan Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016)

Gaya total beban angin tidak boleh diambil kurang dari 4,4 kN/mm pada balok atau gelagar.

- **Beban Gempa**

Perhitungan pengaruh gempa terhadap jembatan termasuk beban gempa, cara analisis, peta gempa, dan detail struktur mengacu pada SNI 2833:2008 *Standart perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan*.

Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal yang ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$E_Q = \frac{C_{SM}}{R_D} \times W_T \dots\dots\dots 2.6$$

dimana: E_Q = gaya gempa horizontal statis (kN)

C_{SM} = koefisien respons gempa elastis diperoleh dari peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan sesuai dengan daerah gempa \

R_D = factor modifikasi respons

W_T = berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup yang sesuai (kN)

Dari perhitungan struktur atas jembatan didapatkan total gaya yang bekerja pada struktur atas jembatan yang nantinya akan disalurkan pada struktur bawah.

2.6 Pelat Lantai Kendaraan

Pelat lantai kendaraan merupakan elemen yang mempunyai fungsi penting seperti yang dijelaskan pada subbab 2.1. Adapun tahapan perencanaan lantai kendaraan sebagai berikut :

2.6.1 Penentuan Tebal Pelat Lantai

Pelat lantai kendaraan harus memenuhi persyaratan tebal minimum sebagaimana diatur dalam RSNI T-12-2004, yaitu:

$$t_s \geq 200 \text{ mm} \dots\dots\dots 2.7$$

$$t_s \geq (100 + 40 l) \text{ mm} \dots\dots\dots 2.8$$

dengan : l = bentang pelat diukur dari pusat ke pusat tumpuan (m)

2.6.2 Pembebanan dan Statika Pelat Lantai Kendaraan

Pembebanan pelat lantai kendaraan meliputi beban mati dan beban hidup sebagaimana dijelaskan pada sub bab 2.3. Sedangkan untuk statika pelat lantai ditinjau masing-masing pembebanan sehingga diperoleh momen lentur akibat beban mati dan momen lentur akibat beban hidup. Kemudian kedua momen lentur tersebut dikombinasikan untuk memperoleh momen ultimit yang nantinya digunakan dalam perencanaan penulangan pelat lantai kendaraan.

2.6.3 Penulangan Pelat Lantai Kendaraan

Berikut ini tahapan perencanaan penulangan pelat lantai kendaraan:

a. Menghitung rasio tulangan,

$$\rho_{min} = 1,0 / f_y \dots\dots\dots 2.9$$

$$\rho_b = \beta_1 \cdot 0,85 \cdot \frac{F_c}{F_y} \cdot \frac{600}{600 + F_y} \dots\dots\dots 2.10$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b \dots\dots\dots 2.11$$

b. Menghitung momen nominal

Momen nominal diperoleh dari rumus berikut:

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} \dots\dots\dots 2.12$$

dengan : ϕ = faktor reduksi yang besarnya 0,80

c. Menghitung tahanan momen nominal

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^3} \dots\dots\dots 2.13$$

Dengan : b = lebar pelat yang ditinjau (1000 mm)

d = tinggi efektif yang diperoleh dari selisih tebal pelat dengan tebal selimut beton

d. Menghitung tahanan momen maksimum

$$R_{max} = \rho_{max} \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{\frac{1}{2} \rho_{max} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c} \right) \dots\dots\dots 2.14$$

e. Kontrol $R_n < R_{max}$

f. Menghitung rasio tulangan yang diperlukan,

$$\rho = 0,85 \cdot \frac{f_c'}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \cdot R_n}{f_c'}} \right) \dots\dots\dots 2.15$$

g. Menentukan rasio tulangan yang digunakan,

Penentuan rasio tulangan yang akan digunakan untuk perhitungan berikutnya harus memenuhi persyaratan berikut:

jika $\rho < \rho_{min}$, maka digunakan ρ_{min}

jika $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$, maka digunakan ρ

jika $\rho > \rho_{max}$, maka digunakan ρ_{max}

h. Menghitung luas tulangan yang diperlukan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \dots \dots \dots 2.16$$

Luas tulangan yang telah dihitung harus memenuhi persyaratan minimum yang telah ditetapkan dalam RSNI T-12-2004 untuk pelat lantai yang ditumpu balok atau dinding,

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{1,0}{f_y} \dots \dots \dots 2.17$$

i. Menentukan jarak antar tulangan

$$s = \frac{\frac{1}{4} \cdot \frac{22}{7} \cdot b \cdot d t^2}{A_s} \dots \dots \dots 2.18$$

dengan : dt = diameter tulangan yang digunakan

Berdasarkan RSNI T-12-2004, untuk tulangan bagi pada arah memanjang jembatan diambil 30%-67% dari luas tulangan lentur (A_s).

2.7 Beton Prategang

Beton pratekan atau beton prategang merupakan beton bertulang yang telah diberikan tegangan tekan dalam untuk mengurangi tegangan tarik potensial dalam beton akibat beban kerja (Manual Perencanaan Beton Pratekan Untuk Jembatan Dirjen Bina Marga, 2011).

Dalam perencanaan dan konstruksi jembatan, sistem paska tarik sering digunakan dengan menggunakan beton pracetak sebagai material betonnya. Fabrikasi beton pracetak untuk beton prategang telah banyak berkembang. Untuk persyaratan ukuran dan jenis penampang gelagar beton pratekan telah diatur dalam AASHTO.

2.7.1 Beton

- Kuat tekan

Dalam hal komponen struktur beton prategang sehubungan dengan pengaruh gaya prategang pada tegangan dan regangan beton baik dalam jangka waktu pendek maupun jangka waktu panjang, maka kuat tekan beton disyaratkan untuk tidak lebih rendah dari 30 Mpa (Badan Stadarisasi Nasional, 2004:11).

- Perhitungan gaya prategang

Merencanakan gaya prategang sehingga didapatkan tegangan awal

Merencanakan gaya prategang

$$\sigma_{\text{atas}} : \frac{F_o}{A} - \frac{F_o x e}{Wt} + \frac{MG}{Wt} \dots\dots\dots 2.19$$

$$\sigma_{\text{bawah}} : \frac{F_o}{A} + \frac{F_o x e}{Wt} - \frac{MG}{Wt} \dots\dots\dots 2.20$$

- Tegangan ijin

Tegangan ijin penampang beton dihitung pada kondisi transfer gaya prategang dan pada kondisi beban layan. Berdasarkan RSNI-T-12-2004 tegangan ijin ditentukan sebagai berikut:

- Tegangan ijin beton setelah penyaluran gaya prategang / kondisi transfer

- Tegangan Tekan : $\sigma_{ci} = 0,6 f'_{ci} \dots\dots\dots 2.21$

- Tegangan Tarik : $\sigma_{ti} = 0,25\sqrt{f'_{ci}} \dots\dots\dots 2.22$

- Tegangan ijin beton setelah kehilangan prategang / kondisi layan

- Tegangan Tekan : $\sigma_{ci} = 0,45 f'_{ci} \dots\dots\dots 2.23$

- Tegangan Tarik : $\sigma_{ti} = 0,5\sqrt{f'_{ci}} \dots\dots\dots 2.24$

dengan : F_{ci} = kuat tekan pada saat transfer gaya prategang yang diambil sebesar 65% dari f'_{ci} (Mpa)

f'_{ci} = kuat tekan beton pada kondisi layan (MPa)

Dari perhitungan gaya prategang, didapatkan tegangan saat setelah peralihan dan saat sevice.

- Modulus elastisitas

Nilai modulus elastisitas beton, E_c , dapat diambil sebesar:

$$E_c = w^{1.5} \cdot (0,043 \sqrt{f'c'}) \dots\dots\dots 2.25$$

2.7.2 Baja Prategang

- Kuat tarik putus dan leleh

Kuat tarik baja prategang f_{pu} , diambil sebesar mutu baja yang disebutkan oleh fabrikator berdasarkan sertifikat fabrikasi resmi (Badan Standarisasi Nasional, 2004:19).

Kuat leleh baja prategang f_{pu} , ditentukan sesuai dengan RSNI-T-12-2004:

- untuk kawat baja prategang = $0,75 f_{pu}$2.26

- untuk semua kelas *strand* dan tendon baja bulat = $0,85 f_{pu}$2.27

- Tegangan ijin

Seperti halnya beton, tegangan ijin baja prategang dihitung pada kondisi transfer dan kondisi beban layan. Berdasarkan RSNI-T-12-2004 tegangan ijin ditentukan sebagai berikut:

- a. Tegangan ijin beton setelah penyaluran gaya prategang / kondisi transfer

$$\sigma_{tarik} \leq 0,74 f_{pu} \dots\dots\dots 2.28$$

- b. Tegangan ijin beton setelah kehilangan prategang / kondisi layan

$$\sigma_{tarik} \leq 0,6 f_{pu} \dots\dots\dots 2.29$$

- Modulus elastisitas

Modulus elastisitas baja prategang, E_p , dapat diambil sebesar:

- untuk kawat tegang-lepas = 200000 MPa

- untuk *strand* tegang-lepas = 195000 MPa

- untuk baja ditarik dingin dengan kuat tarik tinggi = 170000 MPa

- Gaya prategang awal

Besarnya gaya prategang awal f_{pi} , ditentukan berdasarkan mutu baja prategang yang digunakan.

$$f_{pi} = 0,82 f_{py} \dots\dots\dots 2.30$$

- Jenis – jenis baja prategang

Menurut Nawy (dalam Florinsa, 2016), karena tingginya kehilangan rangkai dan susut pada beton, maka prategang efektif dapat dicapai dengan

menggunakan baja mutu sangat tinggi hingga 1862 MPa atau lebih tinggi lagi

Baja prategang dapat berbentuk kawat-kawat tunggal, *strands* yang terdiri atas beberapa kawat yang dipuntir membentuk elemen tunggal dan batang-batang bermutu tinggi.

Tabel 2.7 Kawat-kawat untuk Beton Prategang

Diameter nominal (in.)	Kuat tarik minimum (psi)		Tegangan minimum pada ekstensi 1 % (psi)	
	Tipe BA	Tipe WA	Tipe BA	Tipe WA
0,192		250.000		212.500
0,196	240.000	250.000	204.000	212.500
0,250	240.000	240.000	204.000	204.000
0,276	235.000	235.000	199.750	199.750

(Sumber : Nawy, E.G 2001)

Tabel 2.8 *Strand 7* Kawat yang Dipadatkan untuk Beton Prategang

Diameter nominal <i>strand</i> (in.)	Kuat patah <i>strand</i> (min.lb)*	Luas baja nominal <i>strand</i> (in ² .)	Berat nominal <i>strand</i> (/1000 ft- lb)*
1/2	47.000	0,174	600
0,6	67.440	0,256	873
0,7	85.430	0,346	1176

*1000 lb = 4448 N

Mutu 270 :kuat ultimit $f_{pu} = 270.000$ psi (1862 Mpa)

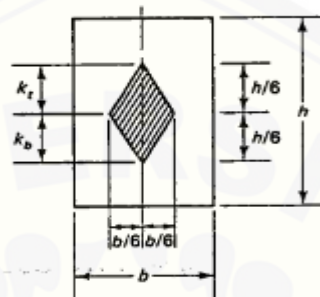
1 in. = 25,4 mm, 1 in.² = 645 mm²

(Sumber : Nawy, E.G 2001)

2.7.3 Profil Kabel

Menurut Nawy (dalam Florinsia, 2016) bahwa untuk memilih profil kabel pada batang beton prategang sedemikian rupa sehingga komponen transversal gaya kabel mengimbangi jenis beban luar tertentu. Dalam menentukan letak kabel perlu diperhatikan daerah aman kabel agar kabel yang terpasang tidak menyebabkan terjadinya tegangan yang melebihi tegangan izin, baik tekan maupun tarik.

Central kern merupakan daerah sepanjang balok prategang dimana gaya aksial tekan tidak akan menyebabkan tegangan tarik di serat atas maupun bawah. Hal ini dapat terjadi bila garis tekan bekerja pada kt dan kb dan kern bawah. Sedangkan *limit kern* adalah daerah sepanjang balok dimana gaya aksial tekan tidak akan menyebabkan tegangan yang melebihi tegangan izinnnya.



Gambar 2.9 Central Kern
(Sumber : Nawy, E.G 2001)

$$K_{t,b} = \pm I / (A_c \cdot y_{t,b}) \dots \dots \dots 2.31$$

Dengan : kt, b = jarak dari pusat titik berat ke batas atas/bawah kern

I = momen inersia penampang

A_c = luas penampang beton

$y_{t,b}$ = jarak dari pusat titik berat ke serat atas/bawah

2.8 Perhitungan Kehilangan Prategang

Kehilangan gaya prategang disebabkan oleh beberapa faktor antara lain (Lin dan Burn, 1996) :

1. Kehilangan langsung (Immediety Loss), yaitu kehilangan gaya pratekan yang terjadi setelah peralihan gaya pratekan meliputi :
 - a. Kehilangan pratekan akibat perpendekan elastic

$$ES = K_{ES} E_s \frac{f_{cir}}{E_{ci}} \dots \dots \dots 2.32$$

Dengan : E_s = 200.000 Mpa

f_{cir} = tegangan beton akibat gaya prategang efektif segera setelah gaya prategang dikerjakan pada beton

E_{ci} = modulus elastisitas beton

$K_{ES} = 1,0$ untuk struktur pratarik 0,5 untuk struktur pasca tarik

b. Kehilangan pratekan akibat gesekan kabel (*Friction and wobble effect*)

Kehilangan pratekan akibat gesekan kabel (*Friction and wobble effect*) dapat dilihat pada tabel 2.9 dibawah ini :

Tabel 2.9 Gesekan Kabel

Tipe tendon		Koefisien Wobble K tiap meter	Koefisien kelengkungan μ
Tendon pada selubung logam fleksibel	tendon kawat	0,0033-0,0049	0,15 - 0,25
	strand untaian 7-kawat	0,0016-0,0066	0,15 - 0,25
	batang baja mutu tinggi	0,0003-0,0020	0,08 - 0,30
Tendon pada selubung logam kaku	strand untaian 7-kawat	0,0007	0,15 - 0,25
Tendon yang diminyaki dahulu	tendon kawat dan strand dengan untaian 7-kawat	0,001 - 0,0066	0,05 - 0,15
Tendon yang diberi lapisan mastik	tendon kawat dan strand dengan untaian 7-kawat	0,0033 -0,0066	0,05 - 0,15

(Sumber : Lin, T.Y., dan Burns, N.H, 1993)

$$\frac{F_2 - F_1}{F_1} = -k \cdot L - \mu\alpha \dots\dots\dots 2.33$$

Dengan :

- F2 = tegangan tarik satuan pada jarak L
- F1 = tegangan tarik satuan pada ujung pendongkrakan
- K = koefisien Wobble (tabel 2-1)
- μ = koefisien kelengkungan (tabel 2-1)
- α = sudut kelengkungan
- L = panjang sampai titik yang ditinjau

c. Kehilangan ratekan akibat slip angker (*slip anchorage*)

$$ANC = \Delta fs = \frac{\Delta \alpha ES}{L} \dots\dots\dots 2.34$$

Dimana : Δa = deformasi pwngangkuran
 E = 200.000MPa

2. Kehilangan tak langsung/ *Time Dependent Loss*, yaitu kehilangan pratekan yang bergantung pada fungsi waktu yang meliputi:

a. Kehilangan pratekan akibat rangkakan beton (*creep*)

$$CR = K_{cr} \frac{E_s}{E_c} (f_{cir} - f_{cds}) \dots\dots\dots 2.35$$

Dimana :

K_{cr} = 2,0 untuk struktur pratarik 1,6 untuk struktur pasca-tarik
 f_{cds} = tegangan beton pada titik berat tendon akibat seluruh beban mati yang bekerja pada komponen struktur setelah diberi gaya prategang
 f_{cir} = tegangan beton akibat gaya prategang efektif segera setelah gaya prategang dikerjakan pada beton

b. Kehilangan pratekan akibat susut beton (*shrinkage*)

$$SH = 8,2 \times 10^{-6} \cdot K_{sh} \cdot E_s (1 - 0,06 \frac{V}{S}) (100 - RH) \dots\dots\dots 2.36$$

Dimana :

K_{sh} = koefisien pada table 2-2
 V = volume beton
 S = Luas selimut yang berhubungan dengan udara
 RH = kelembaban udara

c. Kehilangan pratekan akibat relaksasi baja (*relaxation*)

$$RE = [K_{re} - J (SH + CR + ES)] \cdot C \dots\dots\dots 2.37$$

K_{re} , J , dan C , SH , CR , dan ES adalah kehilangan-kehilangan gaya prategang. Kehilangan akibat relaksasi baja (*relaxation*) dapat dilihat pada tabel 2.10 dibawah ini:

Tabel 2.10 Tabel Strand Tendon

f_{pi} / f_{pu}	strand atau kawat stress relieved	batang stress relieved atau strand atau kawat relaksasi rendah
0,8		1,28

0,79		1,22
0,78		1,16
0,77		1,11
0,76		1,05
0,75	1,45	1,00
0,74	1,36	0,95
0,73	1,27	0,90
0,72	1,18	0,85
0,71	1,09	0,80
0,70	1,00	0,75
0,69	0,94	0,70
0,68	0,89	0,66
0,67	0,83	0,61
0,66	0,78	0,57
0,65	0,73	0,53
0,64	0,68	0,49
0,63	0,63	0,45
0,62	0,58	0,41
0,61	0,53	0,37
0,60	0,49	0,33

(Sumber : Lin, T.Y., dan Burns, N.H, 1993)

Tabel 2.11 Kre

tipe tendon	Kre (Mpa)
strand atau kawat stress-relieved 1860 Mpa	138
strand atau kawat stress-relieved 1720 Mpa	128
kawat stress-relieved 1655 Mpa atau 1620 Mpa	121
strand relaksasi-rendah derajat 1860 Mpa	35
kawat relaksasi rendah 1720 Mpa	32
kawat relaksasi rendah 1655 Mpa atau 1620 Mpa	30

Batang stress-relieved 1000 Mpa atau 1100 Mpa	41
---	----

(Sumber : Lin, T.Y., dan Burns, N.H, 1993)

2.9 Perencanaan Struktur Bangunan Bawah

2.9.1 Perencanaan *Abutment*

Perencanaan mengacu dari data penyelidikan tanah. *Abutment* yang digunakan adalah abutment tipe beton bertulang dan menggunakan pondasi tiang pancang. Beban- beban yang terjadi pada abutment yaitu berupa beban vertikal dan horizontal :

1. Beban mati struktur atas
2. Beban hidup
3. Beban mati tambahan, terdiri dari beban gempa, gesek tumpuan bergerak dan beban rem
4. Beban sendiri Abutment (W_{abt})
5. Beban vertikal tanah
6. Tekanan tanah lateral

Berat sendiri abutment dihitung berdasarkan seluruh berat struktur abutment

Pada perhitungan abutment dilakukan kontrol guling, dan geser

2.9.2 Perencanaan Pondasi

Perencanaan pondasi mengacu metode Luciano Decourt,1982 dimana kekuatan tiang berdasarkan pada kekuatan dasar pondasi tiang dijumlah dengan kekuatan tiang akibat tekanan lateral.

- a. Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data Sondir dengan Cara Konvensional
(Sumber : Buku Ajar Pondasi, 2008)

$$Q_u = \frac{A \cdot q_c}{SF} + \frac{JHP \cdot O}{SF} \dots\dots\dots 2.46$$

dimana : A = penampang tiang

SF = angka keamanan 3

q_c = nilai konus (nilai rata-rata harga konus diambil 4.D dibawah ujung tiang dan 8.D diatas ujung tiang)

JHP = jumlah hambatan pelekak sepanjang tiang

O = keliling tiang

b. Perkiraan jumlah tiang pancang

$$n = \frac{\Sigma P}{P_{izin}} \dots\dots\dots 2.47$$

dimana : n = jumlah tiang

ΣP = jumlah beban vertikal

P_{izin} = dayadukung izin (diambil nilai terkecil dari Q_{bahan} dan Q_{tiang})

c. Daya Dukung Tiang (Luciano Decourt, 1982)

- Daya dukung satu tiang

$$Q_L = Q_p + Q_s \dots\dots\dots 2.48$$

$$Q_p = q_p \times A_p = (N_p \times K) \times A_p \dots\dots\dots 2.49$$

dimana : q_p = tegangan di ujung tiang

N_p = harga rata-rata N SPT di dekat ujung tiang $(N_1 + N_2 + N_3) / 3$

K = koefisien karakteristik tanah

A_p = luas penampang ujung tiang

Q_p = daya dukung tiang (kN)

$$Q_s = q_s \times A_s = \left(\frac{N_s}{3} + 1 \right) \times A_s \dots\dots\dots 2.50$$

dimana : q_s = tekanan akibat tekanan lateral dalam t/m^2

N_s = harga rata-rata N SPT sepanjang tiang yang tertanam dengan batasan $2 < N < 50$

A_s = luas selimut tiang yang terbenam

Daya dukung ijin dari satu tiang yang berdiri sendiri adalah daya dukung tiang total dibagi dengan suatu angka keamanan.

$$Q_{ijin \ 1 \ tiang} = \frac{Q_p + Q_s}{SF} \dots\dots\dots 2.51$$

- Daya dukung tiang dalam kelompok

$$Q_{ijin \ tiang \ dalam \ group} = n_{tiang} \times Q_{ijin \ satu \ tiang} \times \eta \dots\dots\dots 2.52$$

Efisiensi kelompok tiang menggunakan Rumus Converse Laborer (Sumber : Buku Ajar Pondasi, 2008)

$$\text{dengan : } \eta = 1 - \theta \frac{(n-1).m+(m-1).n}{90.m.n} \dots\dots\dots 2.53$$

(Sumber : Buku Ajar Rekayasa Pondasi, 2008)

dimana : η = efisiensi kelompok tiang

n = jumlah tiang dalam group

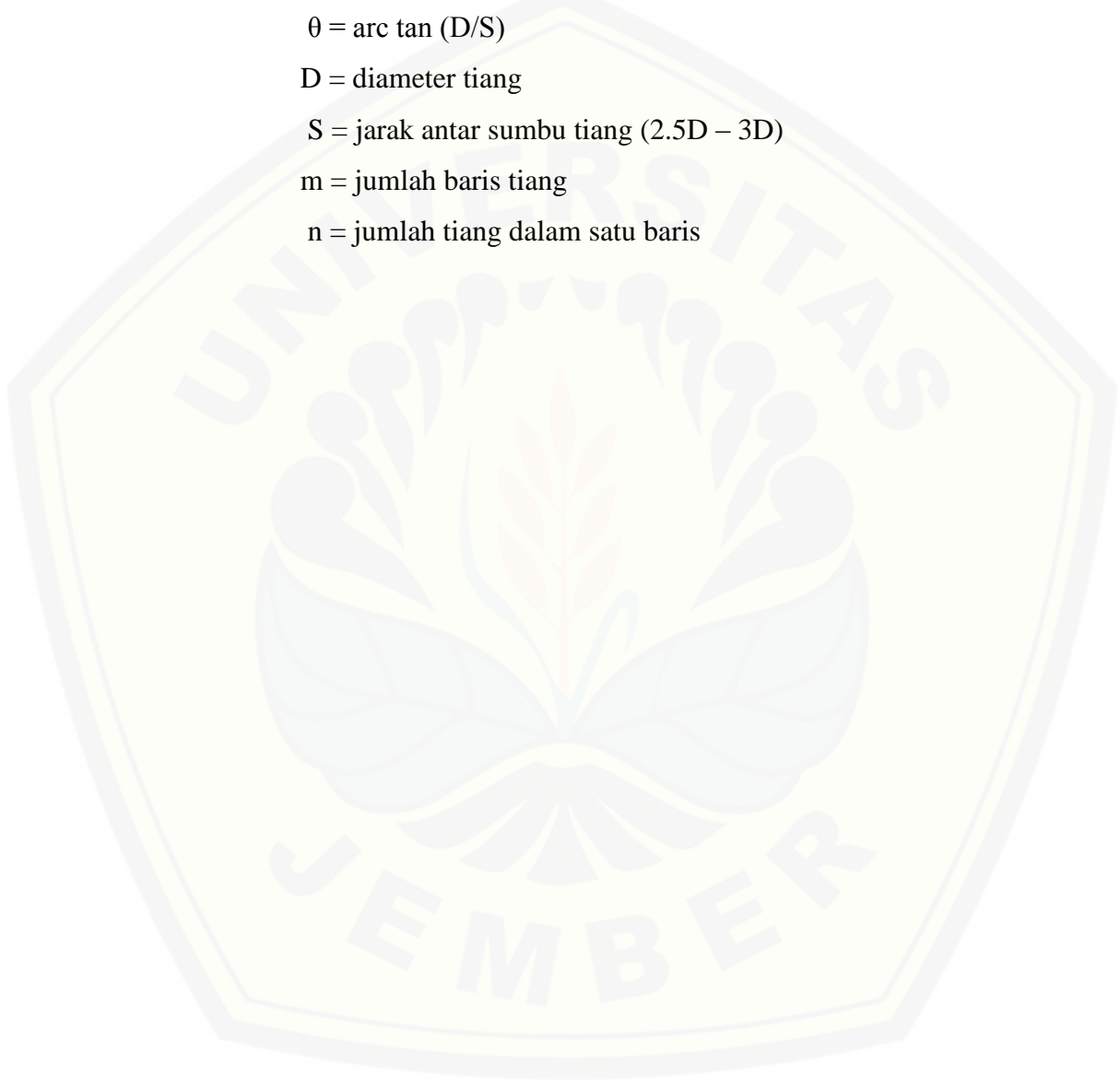
θ = arc tan (D/S)

D = diameter tiang

S = jarak antar sumbu tiang (2.5D – 3D)

m = jumlah baris tiang

n = jumlah tiang dalam satu baris

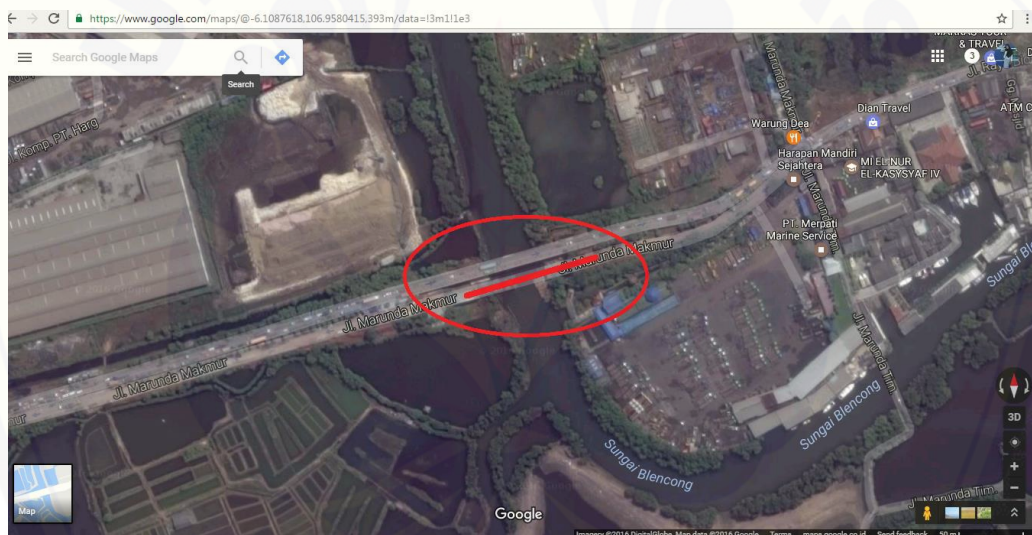


BAB 3 METODOLOGI

3.1 Lokasi dan Waktu Perencanaan

Jembatan yang akan direncanakan ulang berada di Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara. Jembatan tersebut berada di aliran Sungai Marunda, jembatan ini menghubungkan kawasan pergudangan marunda menuju jalan Cakung Cilincing atau Tanjung Priok. Perencanaan jembatan dilakukan selama 3 bulan tepatnya pada bulan Januari 2017 hingga bulan Maret 2016.

Lokasi Jembatan Kali Blencong (Sisi Selatan) dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Lokasi Jembatan

(Sumber : Google Maps, 2016)

Pada akhir bab Metodologi disajikan flowchart secara umum pengerjaan tugas akhir Modifikasi Jembatan Kali Blencong dengan *I-Girder Prestress Concrete*.

3.2 PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data berupa survai lokasi, sehingga didapatkan data – data perencanaan yang dibutuhkan antara lain :

3.2.1 Profil Sungai

Jembatan kali blencong sisi selatan berada pada jalan Cakung, Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara melintang diatas sungai Marunda,. Data profil sungai Marunda yang berada di bawah jembatan kali blencong:

- Lebar bentang sungai : ± 50 meter
- Elevasi dasar sungai : 20,780 meter
- Elevasi muka air normal : 23,020 meter
- Elevasi muka air banjir : 25,249 meter

Profil sungai digunakan sebagai parameter untuk mendesain atau merencanakan jembatan.

3.2.2 Jembatan Eksisting

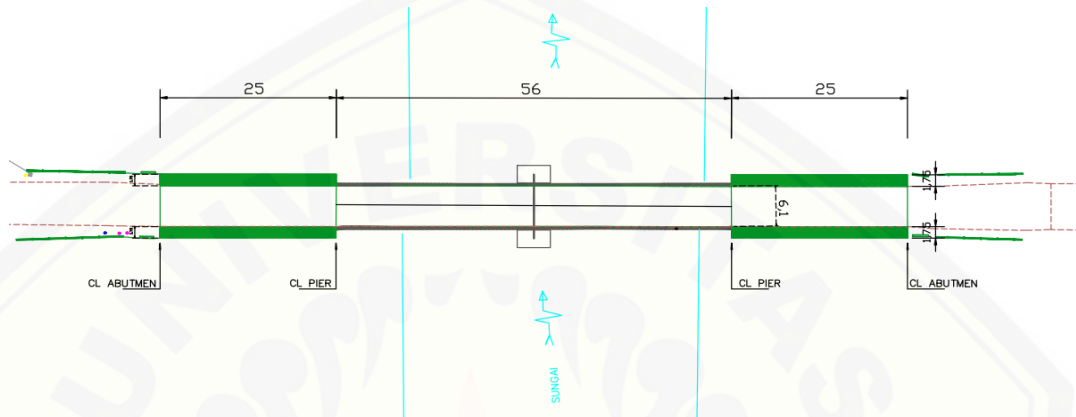
Jembatan pada jalan Cakung Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara adalah jembatan dengan desain pratekan dan rangka baja. Bentang jembatan dibagi menjadi 3 span dan terdiri dari 2 pilar dan 1 perkuatan di tengah bentang. Data perencanaan awal jembatan sebagai berikut :

- Nama jembatan : Jembatan Kali Blencong
- Lokasi jembatan : Sungai Marunda, menghubungkan Kawasan Pergudangan marunda menuju jalan Cakung Cilincing atau Tanjung Priok, Jakarta Utara
- Panjang Jembatan : 106 meter
- Jumlah Abutmen : 2 buah
- Jumlah Pier : 2 pier
- Lebar jembatan : 8 meter
- Lebar lantai : 6,1 meter
- Jenis konstruksi jembatan : Jembatan pratekan dan rangka baja

3.2.3 Gambar Jembatan Eksisting

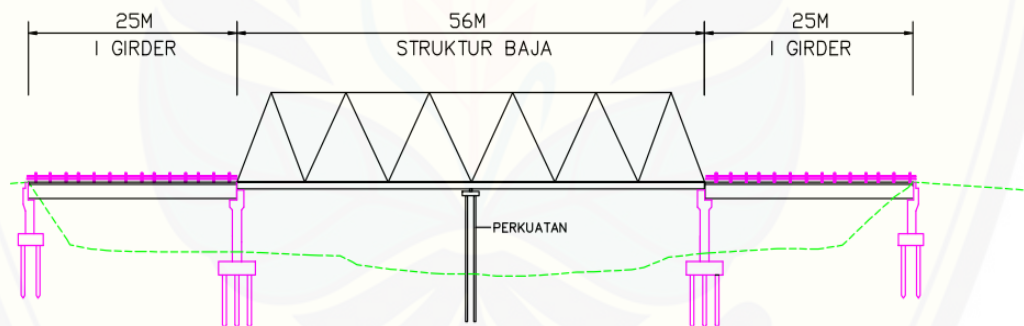
Potongan memanjang dan tampak atas jembatan seperti pada gambar 3.2 dan gambar 3.3 dibawah ini berguna untuk mengetahui panjang dan lebar jembatan.

a. Tampak Atas Jembatan Kali Blencong



(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum DKI Jakarta, 2016)

b. Potongan Memanjang Jembatan Kali Blencong



(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum DKI Jakarta, 2016)

3.2.4 Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Data lalu lintas diperlukan untuk merencanakan lebar jembatan, sehingga jembatan nantinya dapat menampung kapasitas kendaraan yang melewati jalur tersebut. Karena tidak adanya data LHR rata – rata pada jalan cakung-cilincing, maka lebar jembatan disesuaikan dengan rencana pelebaran jembatan kali blencong yang dilakukan dinas Pekerjaan Umum DKI Jakarta pada tahun 2016 ini.

3.2.5 Data Topografi

Data ini diperoleh dari Kementerian Pekerjaan Umum DKI Jakarta, berupa kontur *site existing* sebagai bahan acuan perletakan pilar. Dengan mengetahui elevasi jalan *existing*, dapat digunakan sebagai acuan ketinggian abutment dan pilar. Selain itu, dapat digunakan sebagai parameter menentukan panjang segmen I-girder atau bentang jembatan, karena penentuan bentang bergantung dari perletakan pier. Apabila bentang jembatan sudah direncanakan, maka desain dimensi girder mengacu pada tabel WIKA untuk girder pracetak.



Gambar 3.4 Gambar Topografi Jembatan Kali Blencong

(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum DKI Jakarta, 2016)

3.2.6 Data Tanah

Dalam perencanaan jembatan kali blencong data sekunder tanah yang digunakan merupakan data tanah dari jakarta utara. Data sekunder tanah tersebut dapat digunakan karena sama-sama terletak didaerah jakarta utara. Dari data sekunder tanah tersebut, digunakan untuk perencanaan pondasi.

3.3 PRELIMINARY DESIGN

Meliputi data – data perencanaan awal yang mencakup perkiraan dimensi awal dari elemen struktur, penentuan mutu bahan dan material yang akan

digunakan. Data – data umum jembatan yang akan direncanakan ulang adalah sebagai berikut :

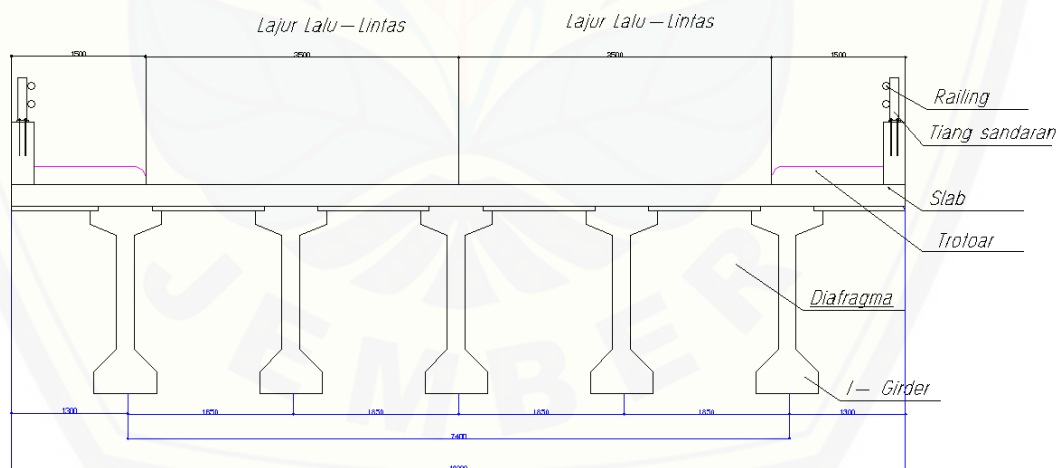
➤ Data perencanaan jembatan

- Panjang jembatan : 106 meter , dengan bentang 33 meter,40 meter, 33 meter
- Lantai Kendaraan : 2 lajur 1 arah
 - : lebar lajur lalu lintas 2 x 3,5 meter
 - : lebar trotoar 2 x 1 meter
- Lebar melintang jembatan : 9,5 meter
- Tipe Jembatan : *Prestressed Concrete I girder*

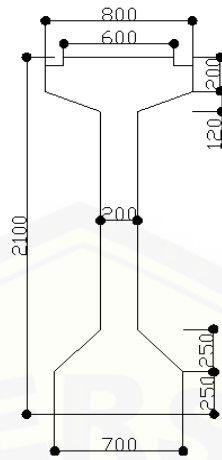
Perencanaan dimensi atau profil girder pracetak sesuai dengan tabel WIKA Beton, sistem prategangan digunakan sistem *post-tension*.

Dari tabel WIKA didapatkan :

- ❖ Panjang girder : 40 meter
- ❖ Jarak balok melintang : 1,85 meter
- ❖ Dimensi girder berdasarkan tabel WIKA tipe H210
(Terlampir pada lampiran 4.2)



Gambar 3.5 Gambar Potongan melintang jembatan



Gambar 3.6 Dimensi *I-Girder* (dalam mm)

Pemilihan tendon baja berdasarkan pada ketersediaan bahan dipasaran. Untuk mutu bahan ditetapkan sedemikian rupa sehingga sesuai dengan yang umum dipasaran.

3.4 Perhitungan Struktur Sekunder

Perhitungan struktur sekunder ini meliputi perencanaan sandaran dan tiang sandaran. Perhitungan ini dilakukan untuk memperoleh desain yang sesuai dengan standar yang berlaku, sehingga struktur sekunder tetap aman.

Perencanaan pelat lantai kendaraan meliputi penentuan tebal pelat dan rencana penulangan pelat lantai. Perencanaan ini dilakukan sesuai dengan tahapan dan teori pada bab 2.

3.5 Perhitungan Pembebanan Jembatan

Setelah ditetapkan ukuran dan bentuk penampang, maka tahap selanjutnya adalah perhitungan pembebanan. Pembebanan pada struktur atas jembatan digunakan untuk mencari total gaya yang berkerja pada struktur atas jembatan. Pada Peraturan Pembebanan Jembatan SNI T – 02 –2005, pembebanan pada struktur jembatan dapat dibagi atas beberapa, yaitu beban mati, beban mati tambahan, pengaruh penyusutan dan rangkai, pengaruh prategang, beban hidup , dan faktor lingkungan pada teori bab 2.

Dari perhitungan struktur atas jembatan didapatkan total gaya yang bekerja pada struktur atas jembatan yang nantinya akan disalurkan pada struktur bawah.

3.6 Analisa Struktur Utama Jembatan

Analisa struktur jembatan dilakukan untuk mengetahui gaya-gaya dalam yang bekerja yaitu momen lentur dan geser yang ditimbulkan akibat beban yang bekerja. Gaya-gaya dalam yang bekerja kemudian digambarkan dalam bentuk diagram untuk mempermudah perhitungan selanjutnya.

3.7 Perhitungan Gaya Prategang

Merencanakan gaya prategang sehingga didapatkan tegangan awalnya seperti pada teori bab 2. Dari perhitungan gaya prategang, didapatkan tegangan saat setelah peralihan dan saat service.

3.8 Kontrol Tegangan

Kontrol tegangan dicek dalam dua kondisi yaitu saat transfer dan saat daya layan dapat dilihat pada bab 2 sub bab 2.7.1.

3.9 Perhitungan Kehilangan Prategang

Kehilangan prategang dibagi menjadi dua macam yaitu, kehilangan langsung (*Immediately Loss*) dan kehilangan tak langsung (*Time Dependent Loss*) seperti pada teori bab 2.

Dari perhitungan kehilangan gaya prategang, didapatkan total kehilangan prategang sehingga perlu dilakukan kontrol tegangan.

3.10 Perencanaan Struktur Bangunan Bawah

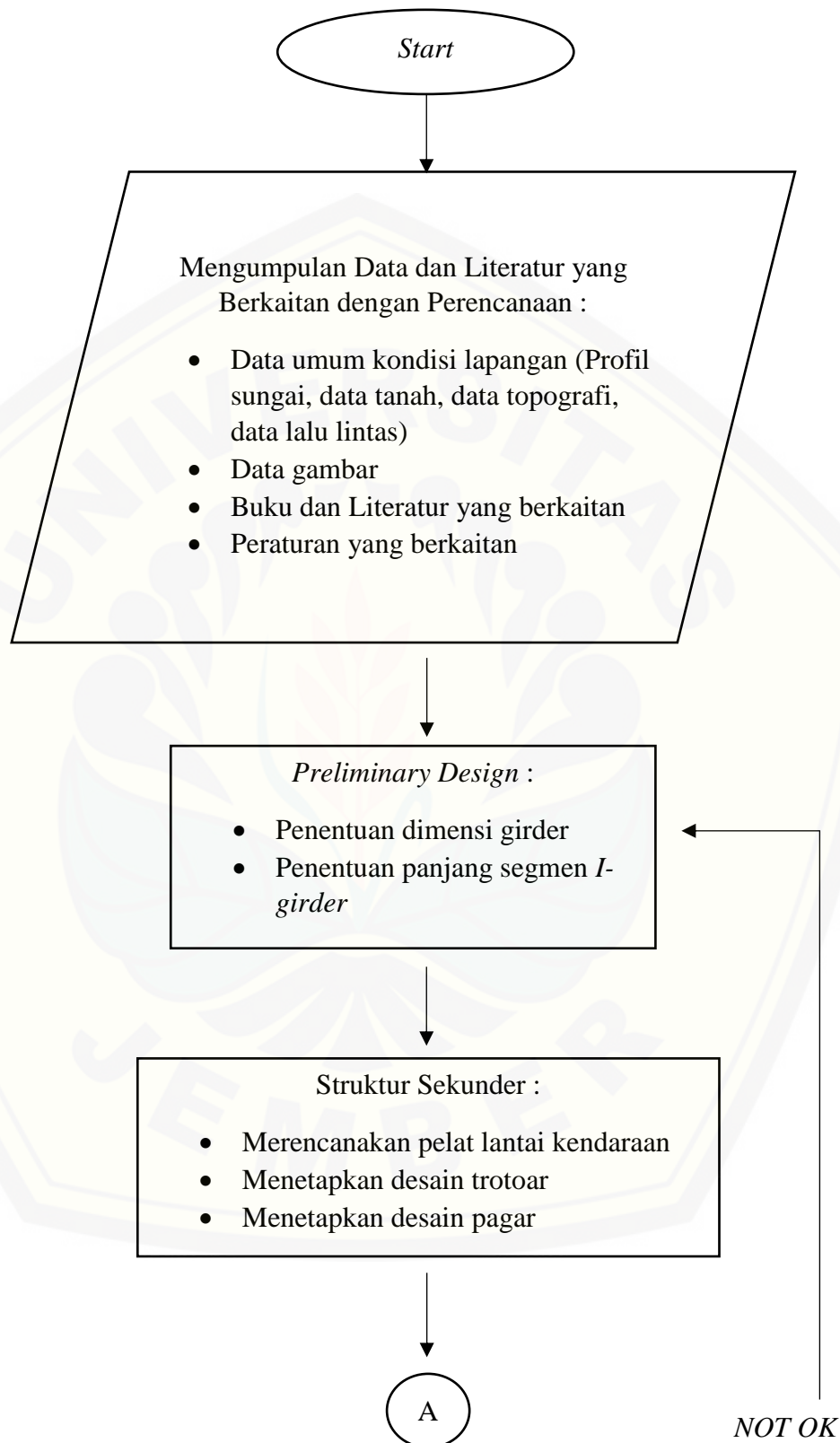
3.10.1 Perencanaan *Abutment*

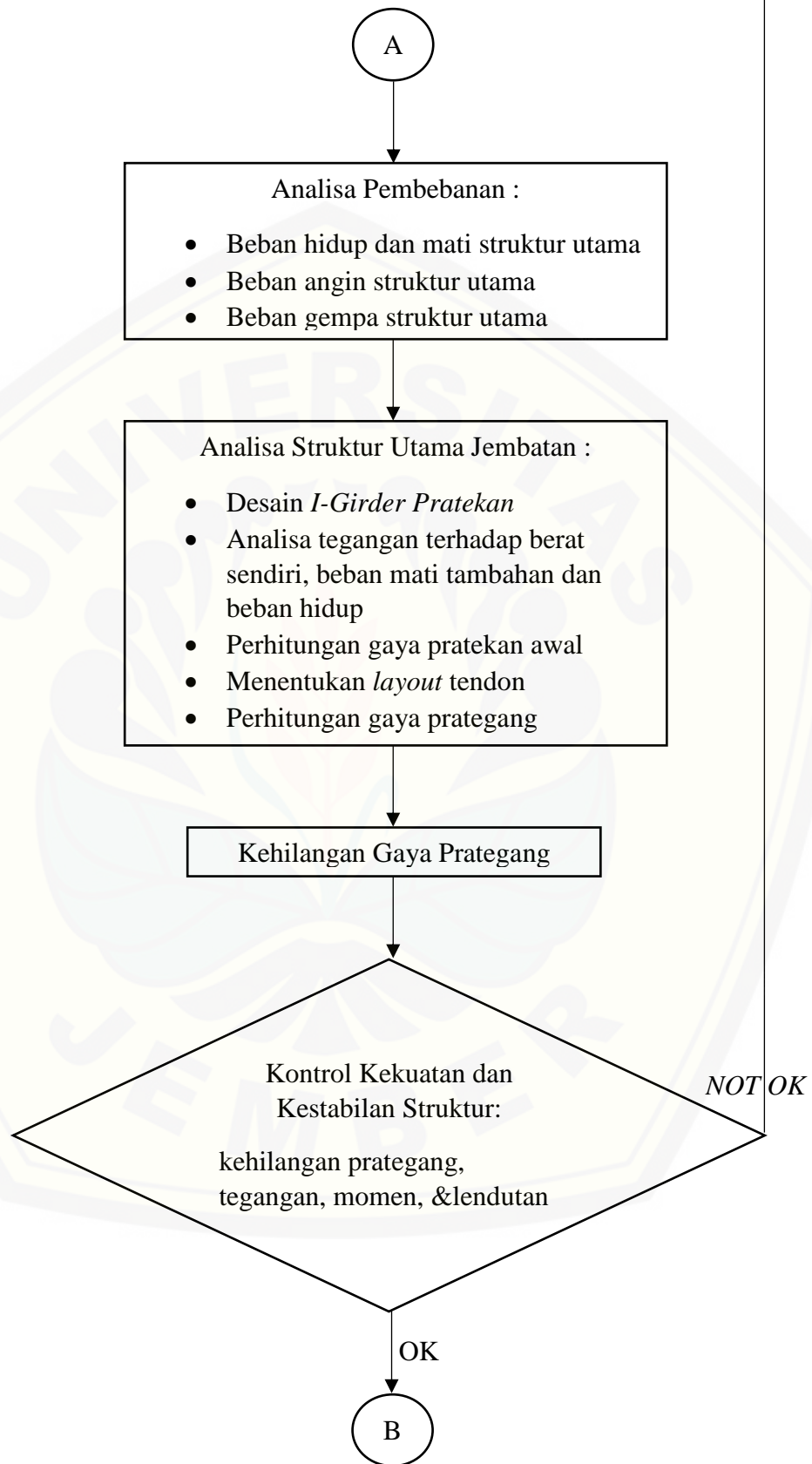
Perencanaan mengacu dari data penyelidikan tanah. *Abutment* yang digunakan adalah *abutment* tipe beton bertulang dan menggunakan pondasi tiang pancang. Pada perhitungan *abutment* dilakukan kontrol guling, geser, dan daya dukung.

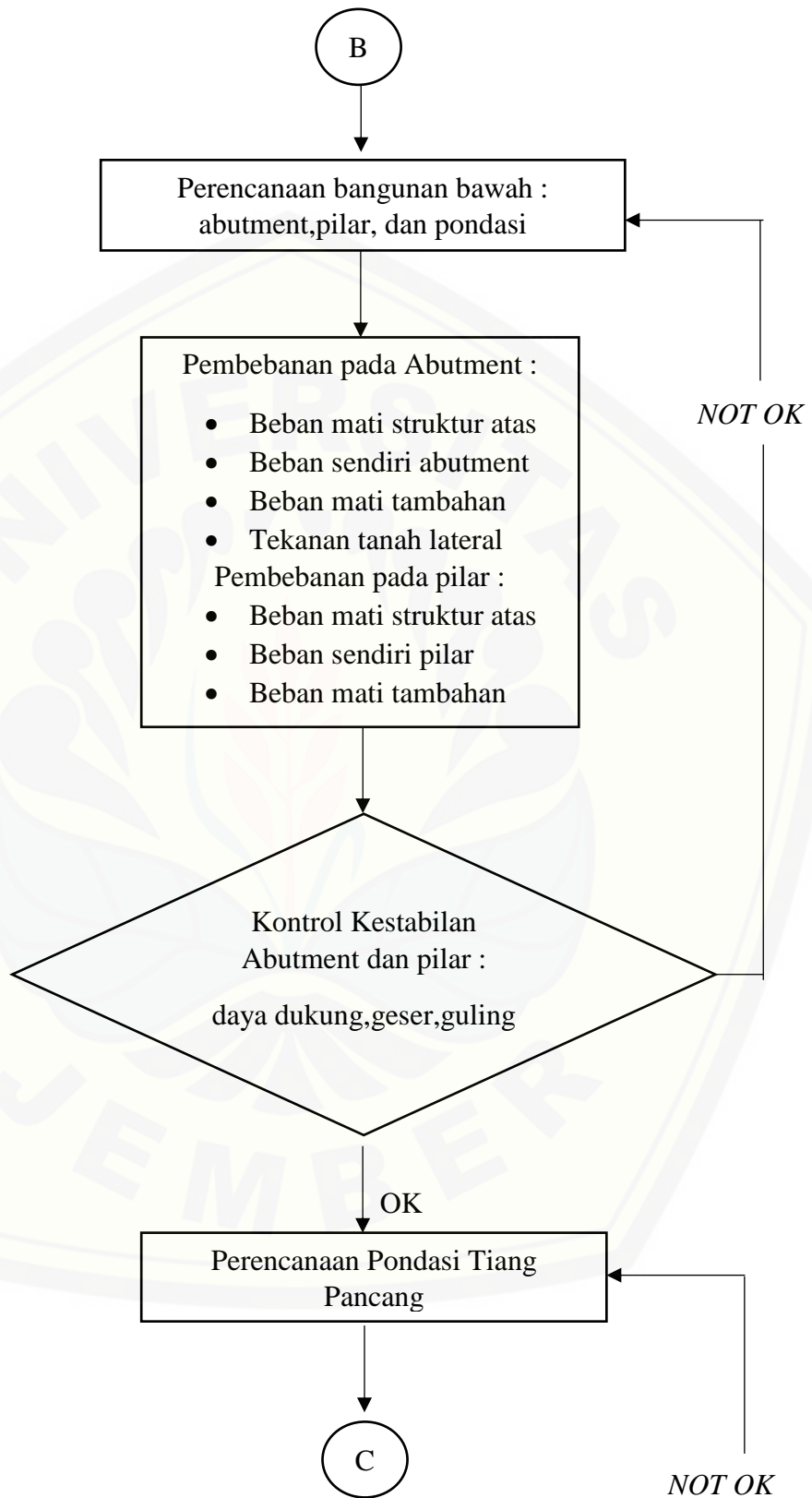
3.10.2 Perencanaan Pondasi

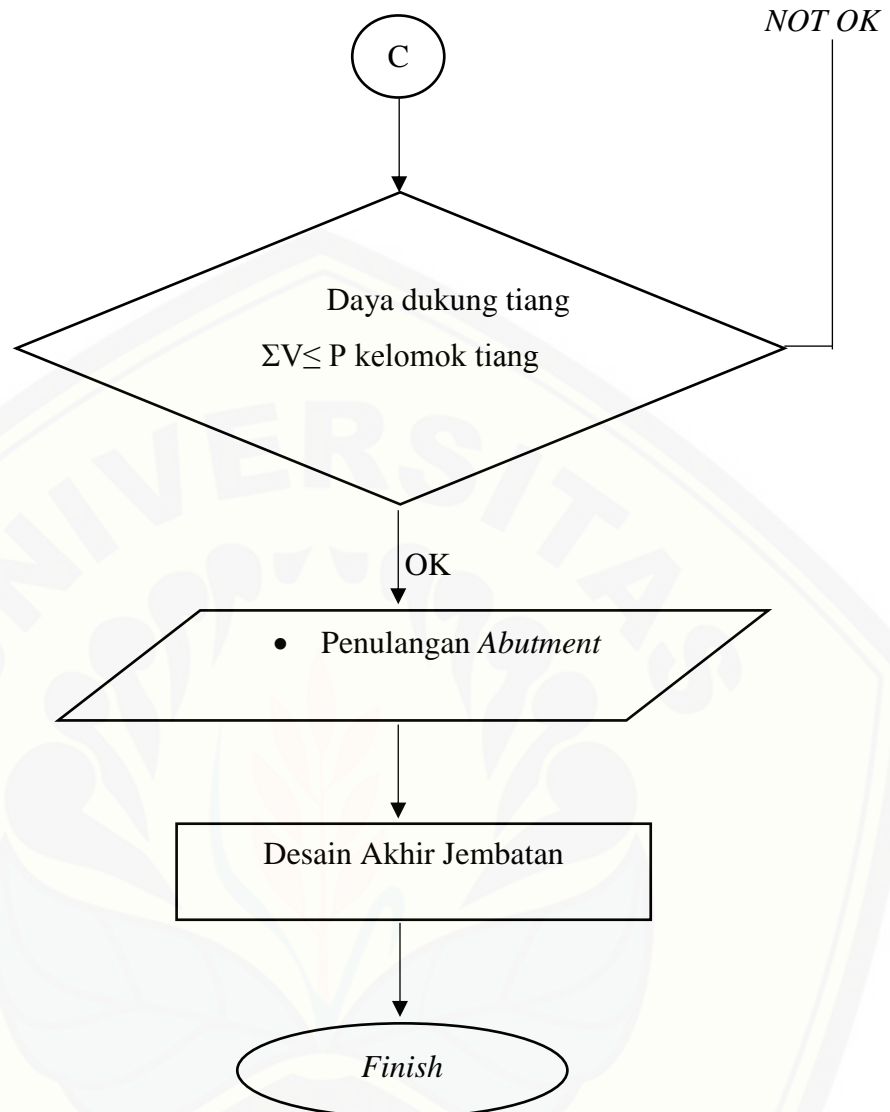
Pondasi menggunakan tiang pancang. Perencanaan pondasi mengacu metode Luciano Decourt 1982, dimana kekuatan tiang berdasarkan pada kekuatan dasar pondasi tiang ditambah dengan kekuatan tiang akibat tekanan lateral. Perhitungan perencanaan pondasi dapat dilihat pada teori bab 2.











Gambar 3.7 Diagram Alir

BAB 5. PENUTUP

4.15 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh desain jembatan sebagai berikut:

1. Panjang total jembatan 106 m dibagi menjadi 3 bentang masing-masing 33 m, 40 m, dan 33 m dengan lebar total jembatan 9,5 m.
2. Gelagar utama menggunakan *Precast Concrete I* (PCI) Girder H210 dengan bentang 40 m dari PT. Wika Beton. Gelagar utama direncanakan sebanyak 5 buah girder yang dipasang dengan jarak 1,85 m.
3. Sandaran terdiri dari atas dua buah pipa baja galvanis \varnothing 13,9 cm BJ-37, tiang sandaran dengan profil baja WF (100 x 50 x 5 x 7) setinggi 500 mm, dan dinding sandaran menggunakan beton bertulang dengan tebal 25 cm setinggi 500 mm.
4. Trotoar menggunakan beton bertulang dengan tebal 25 cm.
5. Plat lantai kendaraan menggunakan beton bertulang dengan tebal 20 cm.
6. Diafragma menggunakan beton bertulang dengan ukuran 20 cm x 128 cm
7. Gelagar utama merupakan beton pratekan dengan $P = 4123,333$ kN dan 7-*wire strand super grade* sebanyak 31 buah yang disebar dalam 3 tendon.
8. Kehilangan gaya pratekan yang terjadi adalah 15,402 % %.
9. Lendutan total yang terjadi adalah 10,97 \uparrow .
10. Tumpuan menggunakan elastomer dengan dimensi 700 x 550 x 120
11. Struktur bawah jembatan menggunakan dimensi abutment 7 m x 9,5 m. Untuk pondasi direncanakan pondasi tiang pancang diameter 60 cm dengan kedalaman 10 m dari dasar abutment.

4.16 Saran

1. Hasil perencanaan ini dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif desain jembatan baru di Kali Blencong (Sisi Selatan), Jakarta Utara.
2. Untuk perencanaan selanjutnya dapat ditambahkan perhitungan *pier* dan rencana anggaran biaya

DAFTAR PUSTAKA

- Atriana, R. 2016. Akses Sisi Selatan Jembatan Blencong Jakut Ditutup Hingga Akhir 2016. <http://news.detik.com/berita/3217053/akses-sisi-selatan-jembatan-blencong-jakut-ditutup-hingga-akhir-2016>. [Diakses pada 9 November 2016].
- Peraturan Menteri Pekerja Umum. 2011. Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan. Jakarta: Kementerian Pekerja Umum.
- Hariwiyono, S., Soebandono, B, dan Hakim, L. 2013. Perancangan Ulang Struktur Atas Jembatan Gajah Wong Yogyakarta dengan Menggunakan Box Girder. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 16:10-20.
- Lin, T.Y., dan Burns, N.H. 1993. *Desain Struktur Beton Prategang Jilid 1*. Terjemahan Oleh Daniel Indrawan. Jakarta: Erlangga.
- Hueste, M, Mander, J, dan Parkar, A. 2012. *Continuous Prestressed Concrete Girder Bridges Volume 1: Literature Review and Preliminary Designs*. Texas Transportation Institute. 176: 7.
- Supriyadi, B., dan Muntohar, A.S. 2007. *Jembatan Edisi Pertama Cetakan IV*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Jurnal 2TS 1 1921. 2010. Tinjauan Pustaka. Universitas Atmajaya.
- Sholeh, M. 2008. *Buku Ajar Rekayasa Pondasi*. Malang: Politeknik Negeri Malang.
- Direktoral Jenderal Bina Marga. 1992. *Bridge Management System*. Jakarta: Direktoral Jenderal Bina Marga.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *SNI 1725-2016 Pembebanan Untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *RSNI-T-12-2004 Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Florinsia, Y. 2016. *Studi Perencanaan Struktur Atas Jembatan Baru Kali Manyar Kabupaten Gresik Menggunakan Beton Pratekan*. Skripsi. Jember: Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Nawy, E.G. 2001. *Beton Prategang: Suatu Pendekatan Mendasar Jilid 1 Edisi III*. Terjemahan Oleh Bambang Suryoatmono. Jakarta: Erlangga.

Kementerian Pekerjaan Umum. 2016. Perencanaan Teknik Pelebaran/
Penggantian Jembatan Kali Blencong. DKI Jakarta: Direktorat Jendral
Bina Marga.



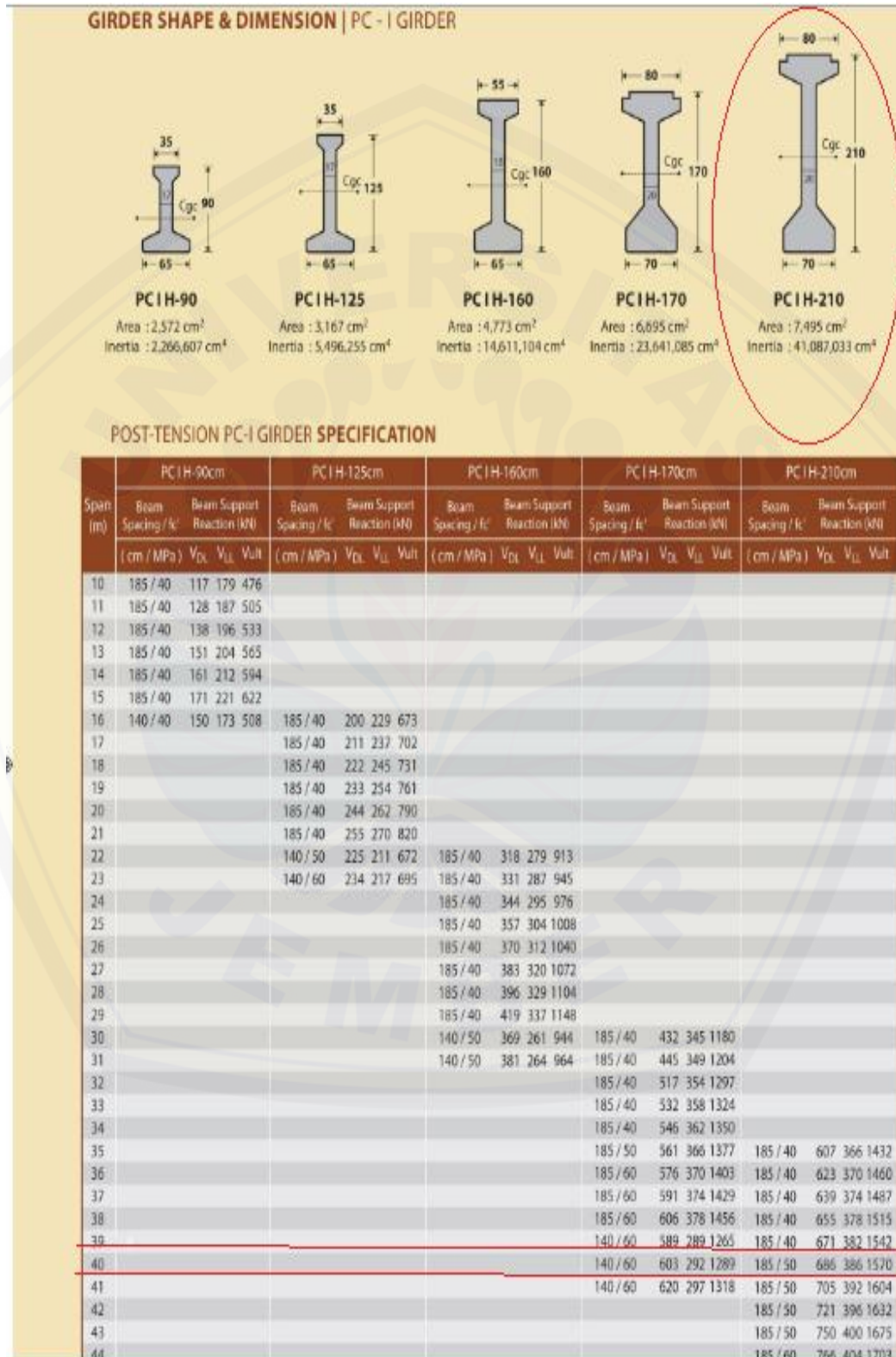
LAMPIRAN

1. Lampiran Berat Isi untuk Beban Mati

No.	Bahan	Berat isi (kN/m ³)	Kerapatan massa (kg/m ³)
1	Lapisan permukaan beraspal (<i>bituminous wearing surfaces</i>)	22,0	2245
2	Besi tuang (<i>cast iron</i>)	71,0	7240
3	Timbunan tanah dipadatkan (<i>compacted sand, silt or clay</i>)	17,2	1755
4	Kerikil dipadatkan (<i>rolled gravel, macadam or ballast</i>)	18,8-22,7	1920-2315
5	Beton aspal (<i>asphalt concrete</i>)	22,0	2245
6	Beton ringan (<i>low density</i>)	12,25-19,6	1250-2000
7	Beton $f_c < 35$ MPa	22,0-25,0	2320
	$35 < f_c < 105$ MPa	$22 + 0,022 f_c$	$2240 + 2,29 f_c$
8	Baja (<i>steel</i>)	78,5	7850
9	Kayu (ringan)	7,8	800
10	Kayu keras (<i>hard wood</i>)	11,0	1125

Sumber : Peraturan Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016

2. Lampiran dimensi atau profil girder pracetak PC I H-210 sesuai dengan tabel WIKA



3. Lampiran

TABEL BITTNER

A. MITTENMOMENTE M_{xm} BEI MITTIGER RECHTECKLAST

$\frac{t_y}{l_x}$	$t_x : l_x$											Faktor
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05	
1,0	0,0773	0,0851	0,0932	0,1016	0,1104	0,1196	0,1293	0,1396	0,1504	0,1620	0,1679	P
0,9	0,0796	0,0877	0,0961	0,1049	0,1141	0,1238	0,1342	0,1452	0,1571	0,1697	0,1763	P
0,8	0,0819	0,0903	0,0990	0,1081	0,1178	0,1282	0,1393	0,1512	0,1641	0,1781	0,1853	P
0,7	0,0841	0,0927	0,1017	0,1112	0,1215	0,1324	0,1444	0,1574	0,1716	0,1874	0,1957	P
0,6	0,0862	0,0950	0,1043	0,1142	0,1250	0,1366	0,1495	0,1638	0,1796	0,1975	0,2070	P
0,5	0,0880	0,0971	0,1067	0,1170	0,1283	0,1407	0,1546	0,1703	0,1882	0,2088	0,2201	P
0,4	0,0897	0,0989	0,1087	0,1195	0,1312	0,1444	0,1594	0,1768	0,1973	0,2216	0,2355	P
0,3	0,0910	0,1004	0,1104	0,1215	0,1338	0,1477	0,1638	0,1831	0,2067	0,2363	0,2539	P
0,2	0,0920	0,1015	0,1118	0,1230	0,1357	0,1503	0,1675	0,1887	0,2160	0,2533	0,2775	P
0,1	0,0926	0,1022	0,1126	0,1241	0,1370	0,1520	0,1700	0,1926	0,2237	0,2714	0,3086	P
0,05	0,0927	0,1023	0,1128	0,1243	0,1373	0,1524	0,1706	0,1937	0,2261	0,2788	0,3268	P

B. MITTENMOMENTE M_{ym} BEI MITTIGER RECHTECKLAST

$\frac{t_y}{l_x}$	$t_x : l_x$											Faktor
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05	
1,0	0,0210	0,0230	0,0250	0,0268	0,0285	0,0299	0,0312	0,0322	0,0330	0,0334	0,0335	P
0,9	0,0245	0,0269	0,0292	0,0315	0,0333	0,0351	0,0366	0,0378	0,0388	0,0393	0,0395	P
0,8	0,0286	0,0314	0,0341	0,0366	0,0390	0,0411	0,0430	0,0445	0,0456	0,0463	0,0465	P
0,7	0,0333	0,0366	0,0399	0,0428	0,0457	0,0483	0,0506	0,0525	0,0539	0,0548	0,0550	P
0,6	0,0388	0,0427	0,0464	0,0501	0,0535	0,0567	0,0596	0,0620	0,0639	0,0651	0,0654	P
0,5	0,0452	0,0496	0,0541	0,0585	0,0627	0,0667	0,0704	0,0736	0,0761	0,0778	0,0782	P
0,4	0,0525	0,0578	0,0630	0,0683	0,0735	0,0786	0,0834	0,0878	0,0914	0,0938	0,0945	P
0,3	0,0608	0,0670	0,0732	0,0796	0,0861	0,0927	0,0993	0,1053	0,1111	0,1193	0,1161	P
0,2	0,0703	0,0774	0,0849	0,0926	0,0998	0,1095	0,1186	0,1280	0,1372	0,1449	0,1471	P
0,1	0,0809	0,0892	0,0981	0,1075	0,1179	0,1293	0,1422	0,1569	0,1739	0,1921	0,1993	P
0,05	0,0867	0,0957	0,1053	0,1157	0,1273	0,1405	0,1558	0,1745	0,1979	0,2290	0,2472	P

Sumber : Vis, W.C. dan Kusuma Gideon (1993), Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang, Erlangga, Jakarta

4. Lampiranrekapitulasimomenakibatbebanpadabentang 33

Tabel 3.1. Rekapitulasi Momen Akibat Beban pada bentang 33

Jarak (m)	M_G (kNm)	M_{DL} (kNm)	M_L (kNm)	M_{tot} (kNm)
0	0	0	0	0
2	1170.417	359.584	1040.295	2570.296
4	2191.64	673.335	1977.1	4842.075
6	3061.304	940.52	2808.78	6810.604
8	377.89	1161.01	3535.04	5073.94
10	4347.49	1335.67	4157.82	9840.98
12	4762,03	1463.03	4673.79	6136.82
114	5026.984	1544.43	5086.02	11657.434
16	5140.76	1579.38	5393.38	12113.52
16.5	5146.334	1581.097	5454.355	12181.786

5. Lampiran batas bawah tendon pada bentang 33

Tabel 4.1. Batas Bawah Tendon pada bentang 33

Jarak tinjau(m)	M_G (kNm)	P_i (KN)	a_2 (m)	Batas bawah(m)
0	0.00	10600	0.000	0.520
2	1170.42	10600	0.110	0.631
4	2191.64	10600	0.207	0.727
6	3061.30	10600	0.289	0.809
8	3778.90	10600	0.357	0.877
10	4347.49	10600	0.410	0.931
12	4762.03	10600	0.449	0.970
14	5026.98	10600	0.474	0.995
16	5140.76	10600	0.485	1.005
16.5	5146.33	10600	0.486	1.006

6. Lampiran batas atas tendon pada bentang 33

Tabel 5.1. Batas Atas Tendon pada bentang 33

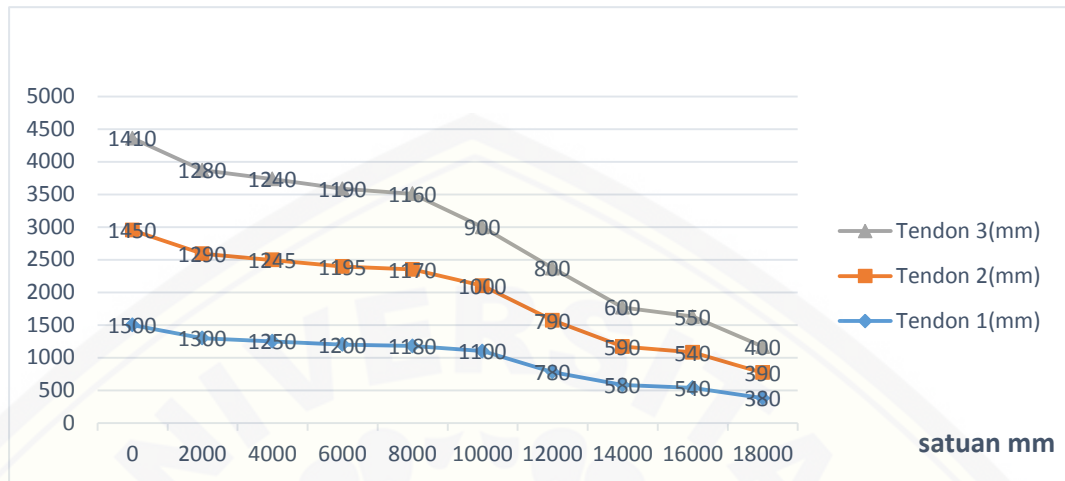
Jarak tinjau (m)	M_{tot} (kNm)	Pe (KN)	a_1 (m)	Batas atas (m)
0	0	9010.0	0.0000	0.5111
2	2570.296	9010.0	0.2853	0.7963
4	4842.075	9010.0	0.5374	1.0485
6	6810.604	9010.0	0.7559	1.2669
8	8474.95	9010.0	0.9406	1.4517
10	9840.98	9010.0	1.0922	1.6033
12	10898.85	9010.0	1.2096	1.7207
14	11657.434	9010.0	1.2938	1.8049
16	12113.52	9010.0	1.3445	1.8555
16.5	12181.786	9010.0	1.3520	1.8631

7. Lampiran posisi masing-masing tendon pada bentang 33

Tabel 6.1. Posisi Masing-masing Tendon pada bentang 33

Jarak (mm)	Tendon 1 (mm)	Tendon 2 (mm)	Tendon 3 (mm)
0	1500	1450	1410
2000	1300	1290	1280
4000	1250	1245	1240
6000	1200	1195	1190
8000	1180	1170	1160
10000	1100	1000	900
12000	780	790	800
14000	580	590	600
16000	540	540	550
16500	380	390	400

8. Lampiran gambar posisi tendon bentang 33 hingga tengah bentang



9. Lampiran

Tabel 5.3. Kontrol Tegangan Bentang 33 Akibat Tendon 1

Jarak (mm)	e (mm)	Tendon 1			P	Transfer				Layan			
		M _G (kNm)	M _{DL} (kNm)	ML (kNm)		Atas	bawah	Atas	Bawah				
0	600	0	0	0	3533333.333	0.707	OK	-9.738	OK	-8.468	OK	0.410	OK
2000	800	1170.417	359.584	1040.295	3533333.333	-0.460	OK	-8.620	OK	-4.972	OK	-3.816	OK
4000	850	2191.64	673.335	1977.1	3533333.333	-2.585	OK	-6.584	OK	-6.919	OK	-8.460	OK
6000	900	3061.304	940.52	2808.78	3533333.333	-4.329	OK	-4.914	OK	-10.32	OK	-12.426	OK
8000	920	3778.9	1161.01	3535.04	3533333.333	-5.957	OK	-3.355	OK	-13.35	OK	-15.928	OK
10000	1000	4347.49	1335.67	4157.82	3533333.333	-6.677	OK	-2.665	OK	-15.30	OK	-18.330	OK
12000	1320	4762.03	1463.03	4673.79	3533333.333	-4.875	OK	-4.392	OK	-14.82	OK	-18.304	OK
14000	1520	5026.984	1544.43	5086.02	3533333.333	-3.763	OK	-5.456	OK	-14.64	OK	-18.478	OK
16000	1560	5140.76	1579.38	5393.38	3533333.333	-3.694	OK	-5.523	OK	-15.06	OK	-19.133	OK
16500	1720	5146.334	1581.097	5454.355	3533333.333	-2.285	OK	-6.872	OK	-13.93	OK	-18.109	OK

10. Lampiran

Tabel 5.4. Kontrol Tegangan Bentang 33 Akibat Tendon 2

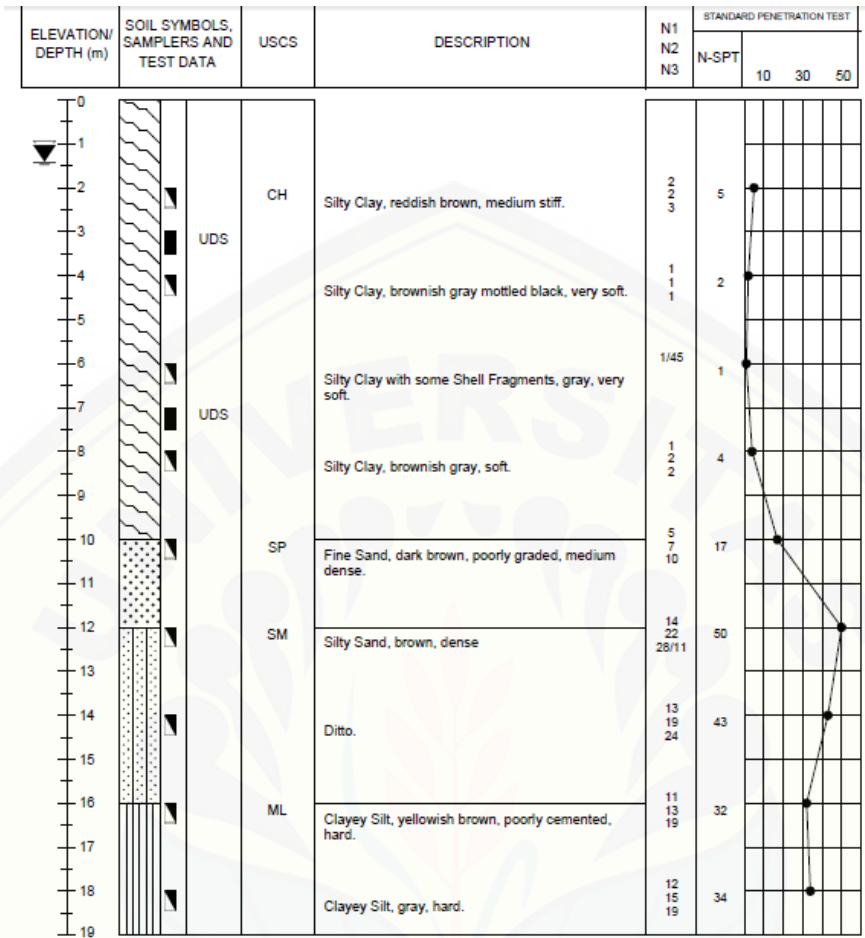
Jarak (mm)	e (mm)	Tendon 2				P	Transfer				Layan		
		M _G (kNm)	M _{DL} (kNm)	ML (kNm)			Atas	Bawah	Atas	bawah			
0	650	0	0	0	3533333.333	1.152	OK	-10.16	OK	-8.85	OK	0.77	OK
2000	810	1170.417	359.584	1040.295	3533333.333	-0.371	OK	-8.71	OK	-5.05	OK	-3.74	OK
4000	855	2191.64	673.335	1977.1	3533333.333	-2.541	OK	-6.63	OK	-6.88	OK	-8.42	OK
6000	905	3061.304	940.52	2808.78	3533333.333	-4.285	OK	-4.96	OK	-10.29	OK	-12.39	OK
8000	930	3778.9	1161.01	3535.04	3533333.333	-5.868	OK	-3.44	OK	-13.27	OK	-15.86	OK
10000	1100	4347.49	1335.67	4157.82	3533333.333	-5.787	OK	-3.52	OK	-14.55	OK	-17.61	OK
12000	1310	4762.03	1463.03	4673.79	3533333.333	-4.963	OK	-4.31	OK	-14.90	OK	-18.38	OK
14000	1510	5026.984	1544.43	5086.02	3533333.333	-3.852	OK	-5.37	OK	-14.72	OK	-18.55	OK
16000	1560	5140.76	1579.38	5393.38	3533333.333	-3.694	OK	-5.52	OK	-15.06	OK	-19.13	OK
16500	1710	5146.334	1581.097	5454.355	3533333.333	-2.374	OK	-6.79	OK	-14.01	OK	-18.18	OK

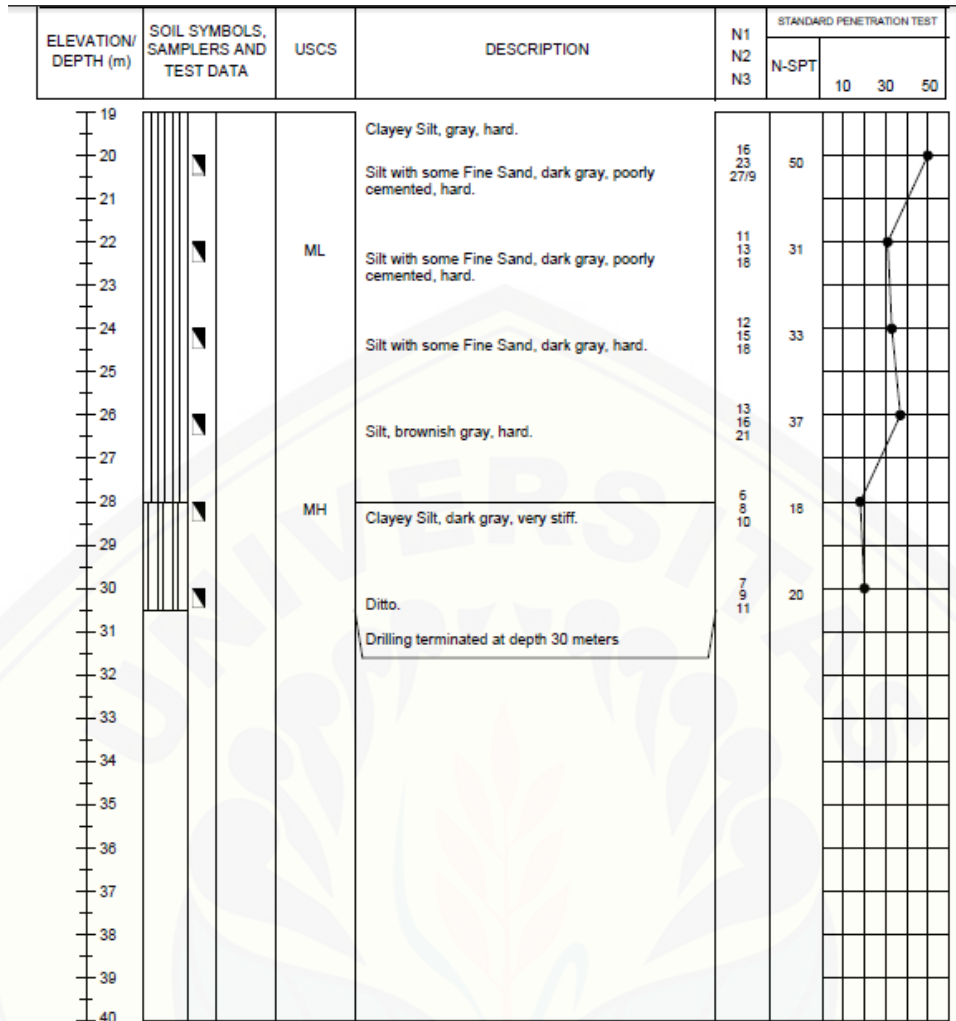
11. Lampiran

Tabel 5.5. Kontrol Tegangan Benang 33 Akibat Tendon 3

Jarak (mm)	e (mm)	Tendon 3				P	Transfer				Layan		
		M _G (kNm)	M _{DL} (kNm)	ML (kNm)			atas	Bawah	Atas	Bawah			
0	690	0	0	0	3533333.333	1.51	OK	-10.50	OK	-9.15	OK	1.06	OK
2000	820	1170.417	359.584	1040.295	3533333.333	-0.28	OK	-8.79	OK	-5.12	OK	-3.67	OK
4000	860	2191.64	673.335	1977.1	3533333.333	-2.50	OK	-6.67	OK	-6.84	OK	-8.39	OK
6000	910	3061.304	940.52	2808.78	3533333.333	-4.24	OK	-5.00	OK	-10.25	OK	-12.35	OK
8000	940	3778.9	1161.01	3535.04	3533333.333	-5.78	OK	-3.52	OK	-13.19	OK	-15.78	OK
10000	1200	4347.49	1335.67	4157.82	3533333.333	-4.90	OK	-4.37	OK	-13.79	OK	-16.88	OK
12000	1300	4762.03	1463.03	4673.79	3533333.333	-5.05	OK	-4.22	OK	-14.97	OK	-18.45	OK
14000	1500	5026.984	1544.43	5086.02	3533333.333	-3.94	OK	-5.29	OK	-14.79	OK	-18.62	OK
16000	1550	5140.76	1579.38	5393.38	3533333.333	-3.78	OK	-5.44	OK	-15.13	OK	-19.21	OK
16500	1700	5146.334	1581.097	5454.355	3533333.333	-2.46	OK	-6.70	OK	-14.08	OK	-18.25	OK

12. Lampiran Bore Log RT





13. Lampiran Perhitungan Daya Dukung

DIAMETER PONDASI 0,6 M															
∅ (ren d. tiang)	=	0,6	m						Ap	=	$1/4 \times \pi \times D^2$	SF	=	3	
Np	=	4B	=	2,4	m	(2,4 m di atas dan di bawah ujung tiang)			As	=	$\pi \times D \times L$				
Kedalaman (m)	Konsistensi Tanah	N	N'	K (t/m ²)	Np	q _p (t/m ²)	Ap (m ²)	Q _p (ton)	Ń _s	q _s	As (m ²)	Q _s (ton)	Q _{ult} (ton)	Q _{all} tekan (ton)	Q _{all} tarik (ton)
2,00	silty clay	5,00	5,00	20,39	2,00	40,79	0,28274	11,533	5,00	2,67	3,770	10,053	21,586	7,195	3,351
4,00	silty clay	2,00	2,00	20,39	3,00	61,18	0,28274	17,299	3,50	2,17	7,540	16,336	33,635	11,212	5,445
6,00	silty clay	1,00	1,00	20,39	3,00	61,18	0,28274	17,299	3,00	2,00	11,310	22,619	39,918	13,306	7,540
8,00	silty clay	4,00	4,00	20,39	8,75	178,45	0,28274	50,455	3,00	2,00	15,080	30,159	80,614	26,871	10,053
10,00	fine sand	18,00	16,50	12,24	18,25	223,31	0,28274	63,141	6,00	3,00	18,850	56,549	119,689	39,896	18,850
12,00	silty clay	50,00	32,50	20,39	22,75	463,96	0,28274	131,183	13,33	5,44	22,619	123,150	254,333	84,778	41,050
14,00	fine sand	43,00	29,00	40,79	28,00	1142,06	0,28274	322,911	17,57	6,86	26,389	180,956	503,867	167,956	60,319
16,00	silty sand	32,00	23,50	25,49	26,75	681,92	0,28274	192,810	19,38	7,46	30,159	224,938	417,748	139,249	74,979
18,00	ditto	34,00	24,50	25,49	28,00	713,79	0,28274	201,819	21,00	8,00	33,929	271,434	473,253	157,751	90,478
20,00	silt with some fine sand	50,00	32,50	25,49	23,75	605,45	0,28274	171,186	23,90	8,97	37,699	338,035	509,221	169,740	112,678
22,00	silt with some fine sand	31,00	23,00	25,49	28,25	720,16	0,28274	203,621	24,55	9,18	41,469	380,761	584,382	194,794	126,920
24,00	silt with some fine sand	33,00	24,00	25,49	24,50	624,57	0,28274	176,592	25,25	9,42	45,239	426,000	602,592	200,864	142,000
26,00	silt	37,00	26,00	25,49	20,25	516,22	0,28274	145,959	26,15	9,72	49,009	476,265	622,224	207,408	158,755
28,00	clayeyb silt	18,00	16,50	12,24	21,75	266,14	0,28274	75,250	25,57	9,52	52,779	502,655	577,905	192,635	167,552
30,00	ditto	20,00	17,50	12,24	16,50	201,90	0,28274	57,086	25,20	9,40	56,549	531,557	588,644	196,215	177,186

14. Lampiran PC Spun Piles

Classification								
Outside Diameter (mm)	Wall Thickness (mm)	Class	Concrete Cross Section (cm ²)	Unit Weight (Kg/m)	Length L (m)	Bending Moment Crack (Ton.m)	Bending Moment Ultimate (Ton.m)	Allowable Axial Load (Ton)
300	60	A2	452	113	6 - 13	2.50	3.75	72.60
		A3				3.00	4.50	70.75
		B				3.50	6.30	67.50
		C				4.00	8.00	65.40
350	65	A1	582	145	6 - 15	3.50	5.25	93.10
		A3				4.20	6.30	89.50
		B				5.00	9.00	86.40
		C				6.00	12.00	85.00
400	75	A2	766	191	6 - 16	5.50	8.25	121.10
		A3				6.50	9.75	117.60
		B				7.50	13.50	114.40
		C				9.00	18.00	111.50
450	80	A1	930	232	6 - 16	7.50	11.25	149.50
		A2				8.50	12.75	145.80
		A3				10.00	15.00	143.80
		B				11.00	19.80	139.10
		C				12.50	25.00	134.90
500	90	A1	1159	290	6 - 16	10.50	15.75	185.30
		A2				12.50	18.75	181.70
		A3				14.00	21.00	178.20
		B				15.00	27.00	174.90
		C				17.00	34.00	169.00
600	100	A1	1571	393	6 - 16	17.00	25.50	252.70
		A2				19.00	28.50	249.00
		A3				22.00	33.00	243.20
		B				25.00	45.00	238.30
		C				29.00	58.00	229.50
800	120	A1	2564	641	6 - 24	40.70	63.60	415.00
		A2				46.20	84.40	406.20
		A3				51.00	97.80	398.20
		B				55.70	108.20	390.80
		C				70.60	129.80	367.60
1000	140	A1	3782	946	6 - 24	75.00	117.90	614.00
		A2				82.30	139.80	604.80
		A3				93.30	170.90	590.60
		B				105.70	199.70	575.00
		C				123.60	229.90	552.90