

**PERENCANAAN JEMBATAN NGAPAK, KULON PROGO**

**DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

**NIKOLAUS KRISNA WIJAYA**

**NPM : 16 02 16538**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**

**YOGYAKARTA**

**FEBRUARI 2021**

## **PERNYATAAN**

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

### **PERENCANAAN JEMBATAN NGAPAK, KULON PROGO DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

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

Yogyakarta, Februari 2021

Yang membuat pernyataan,

(Nikolaus Krisna Wijaya)

# PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

## PERENCANAAN JEMBATAN NGAPAK, KULON PROGO DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Oleh :

NIKOLAUS KRISNA WIJAYA

NPM : 16 02 16538

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta, .....

Pembimbing,

(Ir. J. F. Soandrijanie Linggo, M.T.)

Disahkan oleh :

Ketua Program Studi Teknik Sipil,

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



**PENGESAHAN**

Laporan Tugas Akhir

**PERENCANAAN JEMBATAN NGAPAK, KULON PROGO,  
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**



Oleh :

**NIKOLAUS KRISNA WIJAYA**

NPM : 16 02 16538

Telah diuji dan disetujui oleh :

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Ir. J. F. Soandrijanie Linggo, M.T.	.....	.....
Sekretaris	: Dr. Ir. J. Dwijoko Anusanto, M.T.	.....	.....
Anggota	: Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.	.....	.....

## KATA HANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, hikmat, kasih dan karunia yang tiada henti sehingga penulis dapat untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan baik dan lancar.

Penulisan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Jembatan Ngapak, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta” dilakukan guna memenuhi syarat menyelesaikan jenjang pendidikan program Strata-1 (S-1) dengan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak, penulis akan mengalami kesulitan dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada pihak - pihak yang telah terlibat dan membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini antara lain kepada :

1. Bapak Dr.Eng. Luky Handoko, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta;
2. Bapak Dr. Ir. Imam Basuki, M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta;
3. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta;
4. Ibu Ir. J. F. Soandrijanie Linggo, M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah senantiasa meluangkan waktu untuk selalu membimbing dan membagi ilmu

pengetahuan kepada penulis dengan cermat dan sabar dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini;

5. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan membagikan ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil yang sangat berguna bagi penulis;
6. Keluarga penulis yang telah bersedia mengakomodasi, membantu, mendidik dan mendukung penulis dalam melaksanakan studi selama ini, serta kasih sayang yang selalu diberikan tiada henti setiap harinya;
7. Saudari Monica Lauda Christi, S.Hum., yang selalu mendukung dan membantu penulis dalam berdiskusi maupun membangun semangat untuk menyusun Laporan Tugas Akhir ini;
8. Bapak F.X. Pranoto Dirhan Putra, S.T., MURP., yang senantiasa mendukung dan membantu penulis dalam berdiskusi dan berbagi ilmu pengetahuan untuk memahami konsep – konsep dan implementasi pada bidang konstruksi.
9. Saudara Yakobus Aryo Pramudito, S.T., yang senantiasa mendukung dan membantu penulis dalam berdiskusi maupun berbagi ilmu pengetahuan tentang konsep – konsep dan implementasi pada bidang konstruksi;
10. Teman – teman saya Vanesha Astri Hadi, S.T., RR. Yohana Fabiola, S.T., Davin Leonardo, S.T. yang senantiasa berbagi cerita dan saling memberi semangat dalam masa kuliah maupun kesehariannya;
11. Teman – teman saya Krisnandio Sepnanda Patrias S.T., Yoseph Tri Laksono S.T., Roy Andhika Satria, S.T., Kristian Nodi, S.T., yang senantiasa berbagi semangat dan kebahagiaan kesehariannya;

12. Teman – teman CV. Araminta Reswara Sani yang selalu mendukung dan membantu penulis dalam berdiskusi maupun memberikan semangat dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini;
13. Teman – teman *Civil Engineering Days* yang senantiasa berbagi cerita dan memberikan semangat dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini.
14. Teman – teman Himpunan Mahasiswa Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta baik angkatan 2016 maupun lintas angkatan yang senantiasa menjadi teman dalam perkuliahan, berdiskusi, berbagi cerita maupun menjadi pacuan atau dorongan dalam menyelesaikan kuliah dan Laporan Tugas Akhir ini
15. Serta seluruh pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu

Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang membangun. Akhir kata penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan rekan – rekan pembaca sekalian.

Yogyakarta, Februari 2021

Penyusun,

Nikolaus Krisna Wijaya

NPM : 16 02 16538

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>KATA HANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xx
<b>INTISARI</b> .....	xxiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	xxvi
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir .....	4
1.6 Keaslian Tugas Akhir.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Pengertian Jembatan .....	6
2.2 Klasifikasi Jembatan .....	7



2.3 Jembatan Beton Prategang.....	10
2.3.1 Beton prategang .....	10
2.3.2 Baja prategang.....	11
2.3.3 Tipe gelagar jembatan beton prategang .....	12
2.4 Cara Penegangan Beton Prategang .....	13
2.4.1 <i>Pre-tensioned prestressed concrete</i> .....	14
2.4.2 <i>Post-tensioned prestressed concrete</i> .....	14
2.5 Sistem Pembebanan .....	15
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>18</b>
3.1 Tinjauan umum .....	18
3.2 Komponen jembatan .....	18
3.3 Umur rencana jembatan .....	21
3.4 Pembebanan .....	21
3.4.1 Beban permanen.....	22
3.4.2 Beban lalu lintas.....	24
3.4.3 Beban pejalan kaki ( <i>TP</i> ).....	35
3.4.4 Aksi lingkungan .....	35
3.5 Karakteristik bahan .....	44
3.5.1 Beton prategang .....	44
3.5.2 Baja non-prategang.....	53

3.5.3 Baja prategang.....	54
3.5.4 Gelagar penampang I ( <i>I-beam</i> ) .....	56
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>60</b>
4.1 Pengumpulan Data.....	60
4.1.1 Data primer perencanaan .....	60
4.1.2 Data sekunder perencanaan .....	60
4.1.3 Acuan perencanaan.....	61
4.2 Tahapan Perencanaan.....	61
4.2.1 Pengumpulan data.....	61
4.2.1 Desain awal.....	61
4.2.3 Bahan dan beban .....	61
4.2.4 Analisis pembebanan.....	62
4.2.5 Analisis gaya dan momen.....	62
4.2.6 Gambar struktur .....	62
4.1 Diagram alir perencanaan .....	63
<b>BAB V PEMBAHASAN .....</b>	<b>68</b>
5.1 Data jembatan rencana .....	68
5.1.1 Data jembatan.....	68
5.1.2 Spesifikasi bahan struktur jembatan.....	69
5.1.3 Volume lalu lintas .....	70

5.2 Perhitungan struktur atas.....	71
5.2.1 Trotoar.....	71
5.2.2 Plat lantai kendaraan.....	84
5.2.3 Plat injak.....	100
5.2.4 Gelagar memanjang (balok prategang).....	109
5.2.5 Gelagar diafragma.....	191
5.2.6 Elastomer.....	195
5.3 Perhitungan struktur bawah.....	199
5.3.1 <i>Abutment</i> .....	199
5.3.2 Pilar.....	259
5.4 Analisis perbandingan desain dengan bangunan eksisting.....	335
5.4.1 Mutu.....	335
5.4.2 Biaya.....	336
5.4.3 Waktu.....	337
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>335</b>
6.1 Kesimpulan.....	341
6.2 Saran.....	344
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>345</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>346</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Berat Isi untuk Beban Mati .....	22
Tabel 3.2 Faktor Beban untuk Berat Sendiri (MS) .....	23
Tabel 3.3 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan (MA) .....	23
Tabel 3.4 Faktor Beban Lajur "D" .....	25
Tabel 3.5 Faktor Beban untuk Beban truk "T" .....	27
Tabel 3.6 Jumlah Lalu Lintas Rencana .....	28
Tabel 3.7 Faktor Kepadatan Lajur (m).....	30
Tabel 3.8 Besar Gaya Rem Arah Memanjang pada Jembatan.....	34
Tabel 3.9 Nilai $V_0$ dan $Z_0$ untuk Berbagai Variasi Kondisi Permukaan Hulu .....	37
Tabel 3.10 Tekanan Angin Dasar.....	38
Tabel 3.11 Tekanan Angin Dasar ( $P_B$ ) untuk Berbagai Sudut Serang.....	38
Tabel 3.12 Komponen Beban Angin yang Bekerja pada Kendaraan.....	39
Tabel 3.13 Temperatur Jembatan Rerata Nominal .....	40
Tabel 3.14 Sifat Bahan Rerata Akibat Pengaruh Temperatur.....	41
Tabel 3.15 Parameter $T_1$ dan $T_2$ .....	42
Tabel 3.16 Faktor Beban Akibat Susut dan Rangkak .....	43
Tabel 3.17 Faktor Beban Akibat Pengaruh Prategang.....	43
Tabel 3.18 Jenis Tulangan Prategang.....	55
Tabel 3.19 Strand Standar 7 Kawat untuk Beton Prategang.....	56
Tabel 3.20 Dimensi Balok Penampang I.....	57
Tabel 3.21 Tipe Balok Penampang I.....	57

Tabel 5.1 Data Arus Lalu Lintas Jalan Kebonagung I - Nanggulan Tahun 2019 .	71
Tabel 5.2 Berat Sendiri dan Momen Trotoar .....	76
Tabel 5.3 Beban Hidup Pedestrian.....	76
Tabel 5.4 Resume Momen Pada Plat Lantai .....	91
Tabel 5.5 Momen <i>Ultimate</i> Kombinasi 1.....	91
Tabel 5.6 Momen <i>Ultimate</i> Kombinasi 2.....	91
Tabel 5.7 Momen <i>Ultimate</i> Kombinasi 3.....	92
Tabel 5.8 Momen inersia balok prategang.....	111
Tabel 5.9 Momen inersia balok komposit.....	113
Tabel 5.10 Beban, Gaya Geser dan Momen Akibat Berat Sendiri .....	116
Tabel 5.11 Beban, Gaya Geser dan Momen Akibat Beban Mati Tambahan.....	117
Tabel 5.12 Rekapitulasi Beban yang Bekerja Pada Balok Prategang.....	123
Tabel 5.13 Kombinasi Momen Akibat Beban.....	125
Tabel 5.14 Kombinasi Gaya Geser Akibat Beban .....	127
Tabel 5.15 Jumlah Kebutuhan <i>Strands</i> .....	129
Tabel 5.16 Posisi Tendon pada Tengah Bentang .....	132
Tabel 5.17 Posisi Tendon Pada Tumpuan.....	132
Tabel 5.18 Momen statis tendon terhadap pusat tendon terbawah .....	133
Tabel 5.19 Eksentrisitas Masing - Masing Tendon.....	133
Tabel 5.20 Lintasan Inti Tendon .....	134
Tabel 5.21 Sudut Angkur .....	135
Tabel 5.22 Tata Letak dan <i>Trace</i> Kabel.....	136
Tabel 5.23 Grafik Kehilangan Tegangan.....	151

Tabel 5.24 Tegangan Pada Beton Akibat Rangkak .....	161
Tabel 5.25 Superposisi Tegangan Susut dan Rangkak .....	161
Tabel 5.26 Gaya Intrnal Akibat Perbedaan Temperatur .....	166
Tabel 5.27 Tegangan yang Terjadi Pada Balok Komposit .....	168
Tabel 5.28 Tegangan yang Terjadi Pada Kombinasi 1 .....	168
Tabel 5.29 Tegangan Yang Terjadi Pada Kombinasi 2 .....	169
Tabel 5.30 Tegangan Yang Terjadi Pada Kombinasi 3 .....	169
Tabel 5.31 Tegangan Yang Terjadi Pada Kombinasi 4 .....	169
Tabel 5.32 Tegangan Yang Terjadi Pada Kombinasi 5 .....	170
Tabel 5.33 Gaya Prategang Kabel.....	171
Tabel 5.34 Momen Statis Bagian Atas.....	171
Tabel 5.35 Momen Statis Bagian Bawah.....	172
Tabel 5.36 Penulangan Sengkang Vertikal .....	173
Tabel 5.37 Penulangan Sengkang Horisontal .....	173
Tabel 5.38 Jumlah Sengkang Digunakan.....	173
Tabel 5.39 Tinjauan Geser Pada Serat Atas.....	175
Tabel 5.40 Tinjauan Geser Pada Serat Bawah .....	176
Tabel 5.41 Jarak Sengkang Digunakan.....	176
Tabel 5.42 Jarak <i>Shear Connector</i> .....	179
Tabel 5.43 Rekapitulasi Lendutan Akibat Beban .....	185
Tabel 5.44 Lendutan balok pada Kombinasi Pembebanan .....	185
Tabel 5.45 Gaya Tekan dan Momen Nominal .....	188
Tabel 5.46 Rekapitulasi Momen Balok.....	189

Tabel 5.47 Dimensi <i>Abutment</i> Arah Memanjang Jembatan.....	200
Tabel 5.48 Berat Sendiri Struktur Atas .....	201
Tabel 5.49 Berat Sendiri <i>Abutment</i> .....	202
Tabel 5.50 Beban Akibat Tanah Urugan.....	203
Tabel 5.51 Beban Mati Tambahan Pada <i>Abutment</i> .....	204
Tabel 5.52 Tekanan Tanah Aktif .....	205
Tabel 5.53 Distribusi Beban Gempa Pada <i>Abutment</i> .....	214
Tabel 5.54 Rekapitulasi Beban Pada <i>Abutment</i> .....	216
Tabel 5.55 Kombinasi 1 .....	217
Tabel 5.56 Kombinasi 2 .....	217
Tabel 5.57 Kombinasi 3 .....	217
Tabel 5.58 Kombinasi 4 .....	218
Tabel 5.59 Rekapitulasi Beban Pada Kombinasi Pembebanan.....	218
Tabel 5.60 Stabilitas guling Arah Memanjang Jembatan .....	219
Tabel 5.61 Stabilitas guling Arah Melintang Jembatan .....	220
Tabel 5.62 Stabilitas Geser Arah Memanjang Jembatan .....	220
Tabel 5.63 Stabilitas Geser Arah Memanjang Jembatan .....	221
Tabel 5.64 Tekanan Tanah Aktif .....	222
Tabel 5.65 Distribusi Beban Gempa Pada Kepala <i>Abutment</i> .....	223
Tabel 5.66 Beban <i>ultimate</i> Pada Kepala <i>Abutment</i> .....	223
Tabel 5.67 Gaya Geser dan Momen <i>Ultimate</i> Pada Corbel.....	228
Tabel 5.68 Beban kibat Berat Sendiri Badan <i>Abutment</i> .....	233
Tabel 5.69 Tekanan Tanah Aktif .....	234

Tabel 5.70 Distribusi Beban Gempa Pada Badan <i>Abutment</i> .....	235
Tabel 5.71 Rekapitulasi Beban yang Bekerja Pada <i>Breast Wall</i> .....	236
Tabel 5.72 Rekapitulasi Beban <i>Ultimate</i> yang Bekerja Pada <i>Breast Wall</i> .....	236
Tabel 5.73 Kombinasi 1 .....	237
Tabel 5.74 Kombinasi 2 .....	237
Tabel 5.75 Kombinasi 3 .....	237
Tabel 5.76 Kombinasi 4 .....	238
Tabel 5.77 Kombinasi 4 .....	238
Tabel 5.78 Rekapitulasi Kombinasi Beban <i>Ultimate Breast Wall</i> .....	238
Tabel 5.79 Kombinasi Beban <i>Ultimate</i> Ditinjau 1 meter.....	239
Tabel 5.80 Daya Dukung Aksial Tiang.....	244
Tabel 5.81 Tekanan Pasif Efektif.....	245
Tabel 5.82 Gaya Lateral dan Momen.....	245
Tabel 5.83 Momen Pada Tiang Akibat Gaya Lateral .....	246
Tabel 5.84 Gaya aksial yang Diterima tiang.....	248
Tabel 5.85 Kombinasi Beban Gaya Lateral Tiang.....	248
Tabel 5.86 Rekapitulasi Beban Pada <i>Abutment</i> .....	253
Tabel 5.87 Rekapitulasi Beban <i>Ultimate</i> yang Bekerja Pada <i>Abutment</i> .....	253
Tabel 5.88 Kombinasi 1 .....	254
Tabel 5.89 Kombinasi 2 .....	254
Tabel 5.90 Kombinasi 3 .....	254
Tabel 5.91 Kombinasi 4 .....	254
Tabel 5.92 Rekapitulasi Kombinasi Beban <i>Ultimate Abutment</i> .....	255



Tabel 5.93 Dimensi Pilar Arah Memanjang Jembatan .....	260
Tabel 5.94 Berat Sendiri Struktur Atas .....	260
Tabel 5.95 Berat dan Momen Statis <i>Pier Head</i> .....	261
Tabel 5.96 Berat dan Momen Statis Kolom Pilar .....	262
Tabel 5.97 Berat dan Momen Statis <i>Pile Cap</i> .....	262
Tabel 5.98 Beban Mati Tambahan Pada <i>Abutment</i> .....	263
Tabel 5.99 Distribusi Beban Gempa Pada Pilar.....	278
Tabel 5.100 Distribusi Beban Gempa Pada <i>Abutment</i> .....	280
Tabel 5.101 Rekapitulasi Beban Pada <i>Abutment</i> .....	281
Tabel 5.102 Kombinasi 1 .....	281
Tabel 5.103 Kombinasi 2 .....	282
Tabel 5.104 Kombinasi 3 .....	282
Tabel 5.105 Kombinasi 4 .....	282
Tabel 5.106 Rekapitulasi Beban Pada Kombinasi Pembebanan.....	283
Tabel 5.107 Stabilitas guling Arah Memanjang Jembatan .....	284
Tabel 5.108 Stabilitas guling Arah Melintang Jembatan.....	284
Tabel 5.109 Stabilitas Geser Arah Memanjang Jembatan .....	285
Tabel 5.110 Stabilitas Geser Arah Memanjang Jembatan .....	286
Tabel 5.111 Faktor Beban.....	286
Tabel 5.112 Rekapitulasi Beban yang Bekerja Pada Kepala Pilar.....	286
Tabel 5.113 Rekapitulasi Beban <i>Ultimate</i> yang Bekerja Pada Kepala Pilar.....	287
Tabel 5.114 Kombinasi 1 Beban <i>Ultimate</i> Pada Kepala Pilar .....	287
Tabel 5.115 Kombinasi 2 Beban <i>Ultimate</i> Pada Kepala Pilar .....	287

Tabel 5.116 Kombinasi 3 Beban <i>Ultimate</i> Pada Kepala Pilar .....	288
Tabel 5.117 Kombinasi 4 Beban <i>Ultimate</i> Pada Kepala Pilar .....	288
Tabel 5.118 Rekapitulasi Beban <i>Ultimate</i> Pada Kepala Pilar.....	288
Tabel 5.119 Rekapitulasi Beban yang Bekerja Pada Kolom Pilar.....	289
Tabel 5.120 Rekapitulasi Beban <i>Ultimate</i> yang Bekerja Pada Kolom Pilar.....	289
Tabel 5.121 Kombinasi 1 Beban <i>Ultimate</i> Pada Kolom Pilar .....	290
Tabel 5.122 Kombinasi 2 Beban <i>Ultimate</i> Pada Kolom Pilar .....	290
Tabel 5.123 Kombinasi 3 Beban <i>Ultimate</i> Pada Kolom Pilar .....	290
Tabel 5.124 Kombinasi 4 Beban <i>Ultimate</i> Pada Kolom Pilar .....	291
Tabel 5.125 Rekapitulasi Beban <i>Ultimate</i> Pada Kolom Pilar .....	291
Tabel 5.126 Rekapitulasi Beban yang Bekerja Pada <i>Pile Cap</i> .....	291
Tabel 5.127 Rekapitulasi Beban <i>Ultimate</i> yang Bekerja Pada <i>Pile Cap</i> .....	292
Tabel 5.128 Kombinasi 1 Beban <i>Ultimate</i> Pada <i>Pile Cap</i> .....	292
Tabel 5.129 Kombinasi 2 Beban <i>Ultimate</i> Pada <i>Pile Cap</i> .....	293
Tabel 5.130 Kombinasi 3 Beban <i>Ultimate</i> Pada <i>Pile Cap</i> .....	293
Tabel 5.131 Kombinasi 4 Beban <i>Ultimate</i> Pada <i>Pile Cap</i> .....	293
Tabel 5.132 Rekapitulasi Beban <i>Ultimate</i> Pada <i>Pile Cap</i> .....	294
Tabel 5.133 Daya Dukung Aksial Tiang.....	295
Tabel 5.134 Tekanan Pasif Efektif.....	296
Tabel 5.135 Gaya Lateral dan Momen.....	297
Tabel 5.136 Momen Pada Tiang Akibat Gaya Lateral .....	298
Tabel 5.137 Gaya aksial yang Diterima tiang.....	299
Tabel 5.138 Kombinasi Beban Gaya Lateral Tiang.....	299

Tabel 5.139 Kontrol Daya Dukung Ijin Aksial .....	300
Tabel 5.140 Kontrol Daya Dukung Ijin Lateral .....	300
Tabel 5.141 Beban <i>Ultimate</i> Pada Kolom Pilar Arah Memanjang Jembatan....	309
Tabel 5.142 Kontrol Pengaruh P-Delta Terhadap Kombinasi Beban <i>Ultimate</i> Kolom Pilar .....	310
Tabel 5.143 Momen <i>Ultimate</i> dengan Perbesaran Momen.....	312
Tabel 5.144 Kombinasi Beban <i>Ultimate</i> Kolom Pilar per 1 Meter .....	313
Tabel 5.145 Beban <i>Ultimate</i> Pada Kolom Pilar Arah Melintang Jembatan .....	317
Tabel 5.146 Kontrol Pengaruh P-Delta Terhadap Kombinasi Beban <i>Ultimate</i> Kolom Pilar .....	318
Tabel 5.147 Kombinasi Beban <i>Ultimate</i> Kolom Pilar per 1 Meter .....	319
Tabel 5.148 Kombinasi Momen dan Gaya Geser Reaksi Tiang.....	322
Tabel 5.149 Momen dan Gaya Geser <i>Ultimate</i> Akibat Reaksi Tiang.....	323
Tabel 5.150 Gaya Geser dan Momen Akibat Berat Sendiri <i>Pile Cap</i> .....	323
Tabel 5.151 Kombinasi Momen dan Gaya Geser Reaksi Tiang.....	330
Tabel 5.152 Momen dan Gaya Geser <i>Ultimate</i> Akibat Reaksi Tiang.....	330
Tabel 5.153 Gaya Geser dan Momen Akibat Berat Sendiri <i>Pile Cap</i> .....	330
Tabel 5. 154 Perbandingan Mutu Gelagar .....	336

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Beban Lajur "D" .....	25
Gambar 3.2 Alternatif Penempatan Beban "D" dalam Arah Memanjang .....	26
Gambar 3.3 Pembebanan Truk "T" (500 kN) .....	27
Gambar 3.4 Beban Truk Pada Kondisi Momen Negatif Maksimum.....	31
Gambar 3.5 Faktor Beban Dinamis Beban T pada Pembebanan Lajur "D" .....	34
Gambar 3.6 Gradasi Temperatur Vertikal untuk Bangunan Atas .....	42
Gambar 3.7 Balok Akibat Gaya Internal dan Gaya Eksternal .....	46
Gambar 3.8 Momen Tahanan Internal pada Balok Beton.....	47
Gambar 3.9 Kabel Prategang dengan Lintas Parabola.....	48
Gambar 3.10 Sistem <i>pre-tensioning</i> .....	49
Gambar 3.11 Sistem <i>post-tensioning</i> .....	49
Gambar 3.12 Tegangan Akibat Gaya Prategang Konsentris Beban Eksternal .....	51
Gambar 3.13 Jenis-Jenis Baja yang Dipakai untuk Beton Prategang .....	55
Gambar 3.14 Tipe Balok Penampang I.....	58
Gambar 4.1 Diagram Alir Perencanaan Jembatan .....	63
Gambar 5.1 Penampang Melintang Struktur Atas Jembatan .....	68
Gambar 5.2 Beban Hidup Akibat Pejalan Kaki .....	72
Gambar 5.3 Penampang Trotoar .....	74
Gambar 5.4 Berat Sendiri Trotoar.....	75
Gambar 5.5 Beban Hidup Pedestrian .....	76
Gambar 5.6 Penulangan Plat Trotoar .....	80
Gambar 5.7 Penulangan pada Tiang Railing .....	83

Gambar 5.8 Beban Akibat Berat Sendiri.....	85
Gambar 5.9 Beban Mati Tambahan .....	85
Gambar 5.10 Beban Truk "T" .....	86
Gambar 5.11 Beban Temperatur .....	87
Gambar 5.12 Diagram Koefisien Momen Akibat Berat Sendiri.....	88
Gambar 5.13 Diagram Koefisien Momen Akibat Beban Mati Tambahan .....	88
Gambar 5.14 Diagram Koefisien Momen Akibat Beban Truk "T" .....	89
Gambar 5.15 Diagram Koefisien Momen Akibat Beban Angin.....	90
Gambar 5.16 Diagram Koefisien Momen Akibat Beban Temperatur .....	90
Gambar 5.17 Distribusi Tegangan Geser pons .....	98
Gambar 5.18 Penulangan Plat Lantai.....	100
Gambar 5.19 Pembebanan Plat Injak Arah Melintang Jembatan .....	100
Gambar 5.20 Pembebanan Plat Injak Arah Memanjang Jembatan.....	105
Gambar 5.21 Penulangan Plat Injak.....	109
Gambar 5.22 Penampang Balok Jembatan .....	110
Gambar 5.23 Penampang Balok Prategang.....	111
Gambar 5.24 Beban lajur "D" .....	117
Gambar 5.25 Beban Akibat Gaya Rem.....	118
Gambar 5.26 Beban Akibat Angin.....	121
Gambar 5.27 Beban Akibat Gempa .....	123
Gambar 5.28 Distribusi Tegangan Gaya Prategang Kondisi Awal.....	128
Gambar 5.29 Penulangan Balok Prategang.....	131
Gambar 5.30 Rencana Posisi Tendon .....	131

Gambar 5.31 Lintasan Inti Tendon .....	134
Gambar 5.32 Dimensi Angkur .....	135
Gambar 5.33 Lintasan Inti Tendon .....	137
Gambar 5.34 Grafik Pengaruh Susut Akibat Kelembaban Udara.....	142
Gambar 5.35 Grafik Pengaruh Susut Akibat Faktor Ketebalan Minimum .....	142
Gambar 5.36 Grafik Pengaruh Susut Akibat Faktor Konsistensi Nilai <i>Slump</i> ...	143
Gambar 5.37 Grafik Pengaruh Susut Akibat Pengaruh Kehalusan Saringan .....	143
Gambar 5.38 Grafik Pengaruh Susut Akibat Faktor Jumlah Semen.....	144
Gambar 5.39 Grafik Pengaruh Susut Akibat Faktor Kadar Udara.....	144
Gambar 5.40 Grafik Pengaruh Rangkaian Akibat Kelembaban Udara .....	146
Gambar 5.41 Pengaruh rangkaian Akibat Faktor Ketebalan Minimum .....	147
Gambar 5.42 Grafik Pengaruh Rangkaian Akibat Konsistensi Nilai <i>Slump</i> .....	147
Gambar 5.43 Grafik Pengaruh Rangkaian Akibat Faktor Kehalusan Saringan.....	148
Gambar 5.44 Grafik Pengaruh Rangkaian Akibat Pengaruh Kadar Udara.....	148
Gambar 5.45 Grafik Pengaruh Rangkaian Akibat Faktor Umur Beton.....	149
Gambar 5.46 Distribusi Tegangan Saat Awal Transfer .....	152
Gambar 5.47 Distribusi Tegangan Setelah Kehilangan Tegangan .....	153
Gambar 5.48 Distribusi Tegangan Setelah Balok dan Plat Menjadi Komposit..	155
Gambar 5.49 Distribusi Tegangan Akibat Berat Sendiri Balok Komposit.....	156
Gambar 5.50 Distribusi Tegangan Akibat Beban Mati Tambahan (MA).....	157
Gambar 5.51 Distribusi Tegangan Akibat Susut Beton .....	158
Gambar 5.52 Distribusi Tegangan Akibat Rangkaian Beton.....	159
Gambar 5.53 Distribusi tegangan Akibat Prategang.....	161

Gambar 5.54 Distribusi Tegangan Akibat Beban Lajur "D" .....	162
Gambar 5.55 Distribusi Tegangan Akibat Gaya Rem .....	163
Gambar 5.56 Distribusi Tegangan Akibat Beban Angin .....	164
Gambar 5.57 Distribusi Tegangan Akibat Beban Gempa.....	165
Gambar 5.58 Distribusi Tegangan Akibat Pengaruh Temperatur.....	166
Gambar 5.59 <i>End Block</i> .....	170
Gambar 5.60 Momen Statis Penampang Balok .....	171
Gambar 5.61 Plat Angkur dan <i>Bursting Force</i> .....	172
Gambar 5.62 Bidang Geser .....	173
Gambar 5.63 Penulangan Sengkang Gelagar.....	177
Gambar 5.64 <i>Shear Connector</i> .....	177
Gambar 5.65 Kapasitas Momen Balok .....	186
Gambar 5.66 Lintasan Tendon.....	190
Gambar 5.67 Penulangan Sengkang Gelagar.....	190
Gambar 5.68 Gambar Potongan Gelagar .....	191
Gambar 5.69 Diafragma Tampak Melintang Jembatan .....	191
Gambar 5.70 Penulangan Diafragma .....	195
Gambar 5.71 Regangan Geser Tekan Elastomer .....	197
Gambar 5.72 Elastomer.....	198
Gambar 5.73 Dimensi <i>Abutment</i> Arah Memanjang Jembatan.....	199
Gambar 5.74 Berat Sendiri <i>Abutment</i> .....	202
Gambar 5.75 Dimensi Tanah Urugan Belakang <i>Abutment</i> .....	203
Gambar 5.76 Beban Mati Tambahan Pada <i>Abutment</i> .....	204

Gambar 5.77 Tekanan Tanah Pada <i>Abutment</i> .....	205
Gambar 5.78 Pembeban lajur "D" .....	206
Gambar 5.79 Beban Lajur "D" .....	207
Gambar 5.80 Beban lajur "D" .....	208
Gambar 5.81 Grafik Koefisien Geser Gempa Wilayah 3 .....	213
Gambar 5.82 Stabilitas Guling Arah Memanjang Jembatan.....	218
Gambar 5.83 Stabilitas Arah Melintang Jembatan .....	219
Gambar 5.84 Tekanan Tanah Pada Kepala <i>Abutment</i> .....	221
Gambar 5.85 Kepala <i>Abutment</i> .....	223
Gambar 5.86 Penulangan Kepala <i>Abutment</i> .....	227
Gambar 5.87 Beban Pada <i>Corbel</i> .....	227
Gambar 5.88 Penulangan <i>Corbel</i> .....	232
Gambar 5.89 Beban Akibat Berat Sendiri Badan <i>Abutment</i> .....	232
Gambar 5.90 Tekanan Tanah Pada Badan <i>Abutment</i> .....	233
Gambar 5.91 Diagram Interaksi Rasio Penulangan <i>Breast Wall Abutment</i> .....	239
Gambar 5.92 Denah Kelompok Tiang .....	243
Gambar 5.93 Distribusi Tegangan Daya Dukung Lateral Tiang .....	244
Gambar 5.94 Gaya Pada Tiang .....	247
Gambar 5.95 Diagram Interaksi Penulangan Tiang <i>Abutment</i> .....	250
Gambar 5.96 Penulangan <i>Abutment</i> .....	258
Gambar 5.97 Dimensi Pilar Arah Memanjang Jembatan.....	259
Gambar 5.98 Dimensi Pilar.....	261
Gambar 5.99 Beban Akibat Berat Sendiri .....	263



Gambar 5.100 Beban Lajur "D" .....	264
Gambar 5.101 Beban Pejalan Kaki .....	265
Gambar 5.102 Gaya Rem.....	266
Gambar 5.103 Beban Angin Arah Melintang Jembatan .....	268
Gambar 5.104 Beban Angin Meniup Kendaraan.....	270
Gambar 5.105 Grafik Koefisien Geser Gempa Wilayah 3 .....	277
Gambar 5.106 Grafik Koefisien Geser Gempa Wilayah 3 .....	279
Gambar 5.107 Stabilitas Guling Pilar Arah Memanjang Jembatan .....	283
Gambar 5.108 Stabilitas Guling Pilar Arah Melintang Jembatan.....	284
Gambar 5.109 Distribusi Tegangan Daya Dukung Lateral Tiang .....	296
Gambar 5.110 Penulangan Tiang Fondasi Pilar.....	303
Gambar 5.111 Penulangan Kepala Pilar .....	308
Gambar 5.112 Diagram Interaksi Rasio Penulangan.....	313
Gambar 5.113 Diagram Interaksi Rasio Penulangan .....	319
Gambar 5.114 Penulangan Pilar.....	335

## INTISARI

**PERENCANAAN JEMBATAN NGAPAK, KULON PROGO, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**, Nikolaus Krisna Wijaya, NPM 160216538, Tahun 2021, Bidang Peminatan Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Jembatan Ngapak merupakan jembatan yang dibangun pada tahun 1988 dan menghubungkan Kecamatan Moyudan, Sleman dan Kecamatan Nanggulan, Kulon Progo. Jembatan tersebut memiliki panjang bentang total adalah 160 m dengan lebar jalan lalu lintas 6 m, lebar trotoar 2 x 0,5 m.

Pada perencanaan jembatan ini, digunakan acuan dasar pembebanan adalah SNI 1725:2016 tentang Pembebanan Untuk Jembatan. Perencanaan jembatan dirancang menggunakan struktur beton dengan gelagar adalah beton prategang. Mutu beton digunakan untuk pilar, *abutment*, plat lantai kendaraan dan trotoar adalah  $f_c' = 29,05$  MPa dan untuk gelagar adalah  $f_c' = 49,8$  MPa. Mutu baja yang digunakan adalah U-37 untuk  $\varnothing > 13$  mm dan U-24 untuk  $\varnothing < 13$  mm. Analisis pembebanan pada struktur digunakan aksi dan tetap (berat sendiri, beban mati tambahan, pengaruh prategang, pengaruh susut dan rangkak), aksi lingkungan (beban angin, pengaruh gempa, pengaruh temperatur, beban aliran air), beban lalu lintas (beban lajur, beban truk dan gaya rem) dan aksi lain yang diperhitungkan meliputi gesekan pada saat peletakan struktur atas pada sandaran struktur bawah.

Jembatan menggunakan gelagar beton prategang dengan bentang 39,2 m. Pada gelagar digunakan baja prategang *uncoated 7-wire super strands ASTM A-416 grade 270*. Plat lantai kendaraan direncanakan dengan tebal adalah 200 mm, perkerasan jalan sebesar 100 mm dan genangan air hujan diperkirakan adalah 50 mm. Direncanakan *abutment* dengan lebar *pile cap* 5 m, panjang 8 m dan tinggi *abutment* adalah 7 m menggunakan fondasi tiang berupa *bore-pile* sejumlah 28 buah diameter 50 cm pada *abutment*. Direncanakan 3 pilar dengan dimensi lebar *pile cap* 7 m, panjang 10 m dan tinggi pilar adalah 15 m menggunakan fondasi tiang berupa *borepile* sejumlah 20 buah diameter 1 m pada pilar.

**Kata kunci** : jembatan, beton, gelagar, pilar, *abutment*, fondasi, *bore-pile*